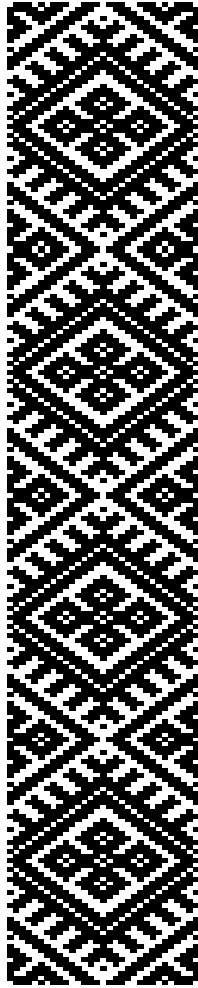


Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



И. Г. Громыко

**ТЕХНОЛОГИЯ
ПЕЧАТНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ
ПРОЦЕССОВ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
УПАКОВКИ И ТАРЫ**

*Тексты лекций
для студентов специальности 1-47 02 01
«Технология полиграфических производств»
специализации 1-47 02 01 06
«Технология производства тары и упаковки»*



Минск 2019

УДК 655.3:621.798(075.8)

ББК 37.8я73

Г87

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета.

Рецензенты:

кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой периодической печати Института журналистики Белорусского государственного университета *С. В. Харитоновна*;
кандидат технических наук, заместитель генерального директора по инновационной работе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» *Д. А. Зайченко*

Громыко, И. Г.

Г87 Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары : тексты лекций для студентов специальности 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств» специализации 1-47 02 01 06 «Технология производства тары и упаковки» / И. Г. Громыко. — Минск : БГТУ, 2019. — 242 с.

Тексты лекций предназначены для подготовки студентов специальности «Технология полиграфических производств» по дисциплине «Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары» и включают последовательное изучение технологических процессов печатания тиража и выполнения отделочных операций. Это позволит определить схему технологического процесса прохождения изданий в производстве при изготовлении упаковочной продукции.

УДК 655.3:621.798(075.8)

ББК 37.8я73

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2019

© Громыко И. Г., 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина является специальной и занимает центральное место в подготовке инженеров-технологов полиграфического производства. Именно наличие печатных процессов является отличительным признаком полиграфического предприятия, даже если оно не имеет полного технологического цикла. Изучение данной дисциплины способствует более эффективному усвоению студентами последующих специальных дисциплин, а также позволяет обеспечить непрерывность их профессиональной подготовки. В связи с постоянным развитием и совершенствованием печатного производства концепция дисциплины является открытой и гибкой для учета новейших тенденций в развитии полиграфической технологии в условиях смены ее базовой концепции и перехода к цифровым технологиям.

Принятое построение дисциплины позволяет последовательно излагать теорию печатных процессов, системно рассматривать сложившиеся в настоящее время варианты технологии печатных процессов, вопросы формирования и регулирования качества печатной продукции в процессе печатания, а также особенности технологии отделочных процессов при производстве упаковки и тары. Теоретический материал позволяет дать целостное и взаимосвязанное представление о технологических процессах прохождения изданий на этапах печатных и отделочных процессов, разрабатывать типовые технологические схемы, а также оценить изучаемые технологические процессы и оборудование с технико-экономической точки зрения.

ПРЕДМЕТ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ»

Лекция 1

Структура содержания дисциплины «Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары» построена на основе традиционного подхода. Изложение теоретического материала осуществляется таким образом, чтобы последовательно охватить все процессы, которые проходит упаковочная продукция на этапах печатных и отделочных процессов. В разделах, посвященных технологии печатных процессов, которая является центральным звеном полиграфического производства, раскрывается сущность происходящих при печати процессов, а также подробно описываются их детали. Большое внимание отводится теоретическим аспектам технологии печатных процессов, позволяющим на более высоком уровне рассмотреть вопросы, касающиеся процессов формирования печатного изображения на оттиске. При этом изучаются особенности молекулярно-химической природы и структурно-механических свойств печатных материалов и процессы их входного контроля. Представленные темы являются особенно актуальными для будущего специалиста, так как предоставляют возможность более глубокого освоения причинно-следственной связи между параметрами процесса печати и характеристиками полиграфического оборудования.

Теоретическая часть дисциплины излагается на лекциях, которые являются базой для последующего получения практических навыков по технологии печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары, приобретаемых на лабораторных занятиях. Изучаемый материал дает целостное и взаимосвязанное представление о технологических процессах прохождения изданий на этапах печати и отделки, помогает разработать типовые технологические схемы, а также дать технико-экономическую оценку изучаемых технологических процессов и оборудования.

Помимо изложения технологических вопросов, связанных с основными способами печати, рассматриваются специальные способы,

предназначенные для печатания на широком диапазоне разнообразных материалов.

Все темы базируются на достижениях зарубежных полиграфических разработок, так как будущий специалист должен владеть новейшей информацией о состоянии рынка полиграфической продукции, полиграфического оборудования и быть нацеленным на использование в полной мере всех возможностей прогрессивных высококачественных технологий.

В результате освоения дисциплины «Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары» студенты должны знать: технологические особенности основных аппаратов печатных машин; основные показатели оценки качества печатной продукции; специальные способы печати при производстве упаковки; особенности осуществления подготовительных процессов и печатания на машинах различных типов и меры, способствующие снижению непроизводительных затрат труда и времени; виды декоративно-оформительской отделки упаковочной продукции. Также студенты должны уметь: решать инженерно-технологические задачи в области печатных и отделочных процессов; оценивать технологические возможности оборудования, применяемого в печатном и отделочном производстве; анализировать и оценивать основные свойства исходных материалов, ответственных за качество технологических процессов и продукции, влияние материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов; планировать загрузку оборудования, материально-технологические и трудовые затраты и организовывать осуществление технологического процесса; производить выбор и расчет режимных параметров процессов и технологическую настройку оборудования; рассчитывать технико-экономическую эффективность при выборе технических и организационных решений.

В профессиональной деятельности по результатам изучения дисциплины специалист сможет эффективно использовать полученные знания при проектировании технологического процесса производства упаковки и тары.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ»

Лекция 2

Данная лекция посвящена изучению принципов классификации способов печатания, обобщенной технологической схеме печатного процесса и взаимосвязи основных элементов печатного процесса. Также приводится обобщенная характеристика современного состояния развития упаковочного производства.

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА. ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ СПОСОБОВ ПЕЧАТАНИЯ

Печатание — это многократное получение одинаковых изображений с заданными параметрами качества путем переноса краски с печатной формы (непосредственно или через промежуточную поверхность) на запечатываемый материал. Получаемое при этом изображение называется оттиском [1].

Общей задачей процесса печатания является воспроизведение с необходимой точностью изображений (текста или иллюстраций), находящихся на печатной форме.

Основными признаками печатного процесса являются:

- 1) перенос краски с печатной формы на запечатываемый материал (воспринимающую поверхность) и ее закрепление на нем;
- 2) многократность получения оттисков (тираж) и их идентичность.

Общепринятой классификации способов печатания не существует. Наиболее распространена классификация по принципу пространственного расположения на форме печатающих и пробельных элементов. Именно с этой точки зрения характеризуются высокая, плоская, глубокая печати и их разновидности.

Современная классификация печатных процессов предложена В. С. Лапатухиным по четырем базовым признакам [1]:

- 1) информативность способа печати (характеризует результативность полиграфического процесса в целом);

2) метод переноса краски на запечатываемый материал (характеризует печатный процесс) — прямой, косвенный и бесконтактный;

3) принцип печатания (характеризует взаимосвязь формного и печатного процессов) — печатание с постоянной формы, с переменной формы, без печатной формы;

4) способ получения печатного изображения, подразумевающий использование того или иного механизма образования печатающих и пробельных элементов, взаимодействие метода переноса и принципа печатания, а также учитывающий такие факторы, как специфические особенности печатной формы (гибкая, эластичная, не требующая увлажнения и т. д.), использование при печатании особых физических или физико-химических эффектов, обуславливающих отличительные печатные возможности или быстродействие процесса.

В процессе печатания можно выделить три составляющие:

1) печатная форма с изображением текста и (или) иллюстрации;

2) собственно процесс переноса изображения с печатной формы на запечатываемую поверхность с использованием печатной системы и красящего вещества, которое в некоторых технологиях может отсутствовать;

3) запечатываемая поверхность со своей структурой, цветом, формой и пр.

2.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ УПАКОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Последние годы упаковочная отрасль занимает все более заметное положение в экономике многих стран. В мире появляются все новые упаковочные материалы и изделия, улучшается дизайн упаковки, ее внешнее оформление, совершенствуется технология, обновляются машины и оборудование. Без современной упаковки сегодня немислимо производство продуктов питания, товаров широкого потребления, торговли, экспорт товаров.

Доля упаковочных материалов в европейском обороте упаковок распределяется по стоимостным показателям следующим образом: бумага, картон — 38%; синтетика — 30%; металл — 19%; стекло — 10%; древесина — 3%.

За последние десятилетия упаковочная промышленность стала одной из наиболее быстро развивающихся в мире. Рост объясняется, в частности, появлением новых упаковочных материалов, новых видов упаковок. Производство упаковки развивается в тесном взаимодей-

ствии со многими отраслями промышленности. И здесь особое значение имеет именно полиграфическая промышленность, в том числе специальные виды печати (глубокая, флексографская) для производства упаковки. Именно они позволяют наносить на любые материалы высококачественные красочные изображения, вытесняя с рынка традиционную офсетную печать.

Рассматривая весь ассортимент упаковочных материалов (стекло, бумагу, полимеры) и разделяя их на жесткие и мягкие — «гибкие», необходимо отметить интенсивный рост потребления «гибкой» упаковки. Под «гибкой» понимается упаковка на основе полимерных пленок, бумаги, алюминиевой фольги и комбинированных материалов, для изготовления которой применяются специальные виды печати — флексографская и глубокая. Наибольшее применение «гибкая» упаковка нашла в пищевой промышленности, где к упаковке предъявляются особые требования.

Мировой упаковочный рынок в области применения упаковки по сферам потребления распределяется следующим образом: продукты питания — 40%, напитки — 15%, приготовление и поставка готового питания — 4%, косметика — 4%, фармакология — 4% и прочее — 24%.

Из-за растущих цен на энергию и ископаемое горючее все чаще ставится вопрос о более широком использовании воспроизводимого сырья. При этом говорится не только о рециклинге материалов, но и об их «самоликвидации». Упаковки из расщепляемых материалов позволяют завершить кругооборот материалов с высокой пользой для экологии. Особый интерес к упаковкам из воспроизводимого и биологически расщепляемого сырья повышается вместе с растущим экологическим сознанием населения.

Основные тенденции развития упаковочных средств:

- 1) уменьшение расходов на материал;
- 2) улучшение качества упаковочного материала, тары и вспомогательной тары;
- 3) разработка новых упаковочных функций.

Инфраструктура упаковочного производства в Беларуси представляет собой ряд разрозненных предприятий с различным уровнем технической оснащенности. Наблюдается существенное улучшение оснащенности, однако это происходит благодаря преимущественному использованию зарубежных технологий, импортного сырья и оборудования.

Что касается развития собственного производства основных видов упаковочных материалов (полимеров, бумаги и картона, стекла, металла), то все они производятся в нашей стране, но по своим характеристикам не всегда соответствуют требованиям, предъявляемым к ма-

териалам для упаковки. Наиболее значимым в Беларуси на сегодняшний день является производство стеклянной и гофрокартонной тары, а также упаковки из бумаги и полимеров.

Республика Беларусь, располагая мощными химическими предприятиями (в Могилеве, Новополоцке, Гродно, Борисове и других городах), способна самостоятельно обеспечивать потребности республики в базовых полимерных упаковочных материалах. Более того, потенциал предприятий существенно превышает эти потребности, в связи с чем определенная часть продукции может экспортироваться. Как показывает современный мировой опыт, полимеры, удачно сочетаясь с другими материалами (бумагой, металлом), могут заменять стекло и картон.

Производство полимерной упаковки в Беларуси сосредоточено также на малых и частных предприятиях, в акционерных обществах, обществах с ограниченной ответственностью и др. Несмотря на ускоренное развитие упаковочной промышленности нашей страны в последние годы, запросы внутреннего рынка в качественной и привлекательной полимерной упаковке обеспечиваются пока лишь на 60–70%, а остальной спрос удовлетворяется за счет импорта.

Стекольная промышленность Беларуси всегда характеризовалась довольно высоким уровнем производства стеклотары. Традиционно стекло является основным материалом для упаковки жидкой и полужидкой пищевой, фармацевтической и парфюмерно-косметической продукции. Однако этот сектор упаковочной индустрии характеризуется неритмичным спросом на стеклотару, обусловленным климатическими условиями и временами года. Тем не менее наблюдается стабильный рост ее производства в течение последнего десятилетия.

Одной из быстроразвивающихся отраслей отечественной бумажной промышленности является производство упаковочного картона и изделий из него. Одновременно с ростом производственных мощностей в этой области на внутреннем рынке увеличивается спрос и усиливаются требования к внешнему виду и конструкции тары и упаковки из гофрокартона. Это создает большие возможности для инвестиций, особенно в изготовлении микрогофрокартона, картона для глубокой печати, картонных упаковок, оформленных четырехкрасочной флексографской печатью.

Однако наличия материалов еще недостаточно для производства упаковки. Необходимо иметь соответствующее оборудование, производство которого постепенно набирает обороты.

Имеются все основания предполагать, что производство полимерных упаковочных материалов и тары в Беларуси в дальнейшем будет увеличиваться за счет развития собственных производственных мощностей, а также интенсификации импорта. В первую очередь это связано с

мировыми тенденциями развития упаковочного бизнеса, появлением полимерных материалов нового поколения категорий active, intelligent, biodegradable и прогрессивных технологий в области упаковки. К последним, в частности, относятся вакуумная и асептическая упаковка, упаковка в модифицированной и контролируемой среде, упаковка для стабилизации и обработки пищевых продуктов микроволновым методом, а также упаковка, меняющая цвет при ухудшении качества.

Для общей стратегии развития инфраструктуры упаковки в Беларуси необходимы:

1) проведение прогнозных оценок, маркетинговых проработок по реальной оценке ситуации и формированию приоритетных направлений развития упаковочной индустрии;

2) выделение специализированных предприятий по всей технологической цепочке упаковки для производства определенного типа продукции, отвечающей мировому уровню, с максимальным использованием отечественного сырья;

3) разработка новых видов тароупаковочной продукции, повышение ее качества, снижение себестоимости.

2.3. ОБОБЩЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА И АНАЛИЗ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ. ВЗАИМОСВЯЗЬ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА

Классический печатный процесс в общем виде можно представить следующей схемой [1] (рис. 2.1).

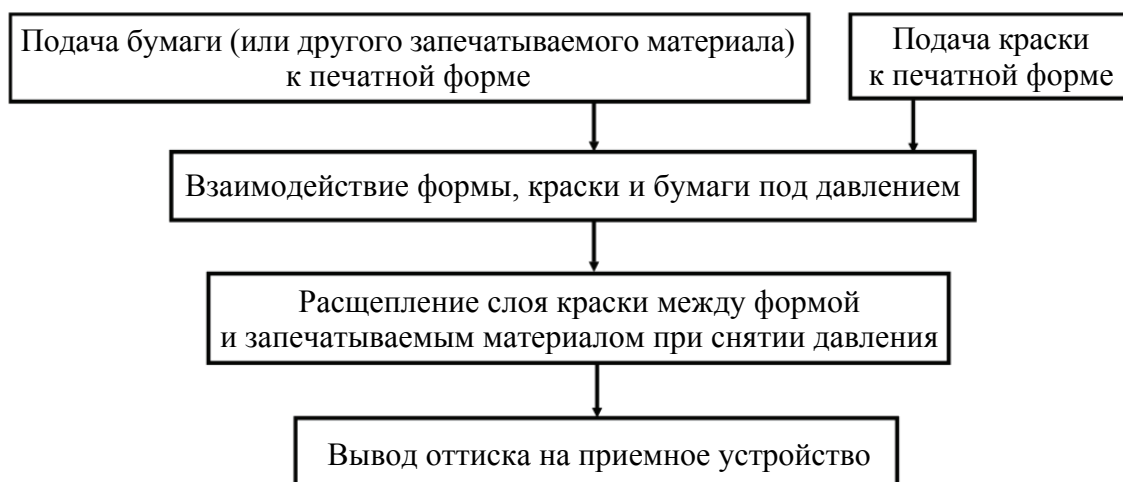


Рис. 2.1. Обобщенная технологическая схема печатного процесса

В соответствии с данной схемой в каждой печатной машине, независимо от способа печатания, для которого она предназначена, и других особенностей ее конструкции, можно выделить 4 основных рабочих элемента:

1) систему подачи бумаги, подводящую листовый или рулонный материал к зоне печатного контакта и оснащенную устройствами для отделения листов от стопы (или размотки рулона с контролируемой скоростью), выравнивания положения каждого листа или бумажного полотна по отношению к печатной форме и обеспечения равномерной (без перекосов и провисания) подачи листа или полотна к печатной секции машины;

2) красочный аппарат, который обеспечивает непрерывное снабжение печатной формы определенным количеством краски;

3) печатный аппарат — комплект элементов, включающий в себя носитель печатной формы и носитель бумаги. В печатном аппарате создаются условия для переноса некоторого количества краски с печатающих элементов формы на запечатываемый материал (в классических способах печатания это происходит под действием давления) и проводки листа бумаги или бумажного полотна через зону печатного контакта;

4) систему вывода отпечатанной продукции, транспортирующую оттиски к приемному устройству и формирующую из них комплекты, удобные для последующей технологической обработки: в листовых машинах — это выровненные по краям стопы листов, в рулонных — сфальцованные тетради либо повторно намотанные рулоны, а в ряде случаев — такие же равномерные стопы последовательно отрезанных от запечатанного бумажного полотна листов.

Кроме основных элементов в состав печатной машины могут входить и другие устройства, связанные:

1) с принципиальными особенностями способа печатания (увлажняющие аппараты и передаточные цилиндры в машинах офсетной печати);

2) с технологическими требованиями к печатной продукции и ее назначением (устройства для предотвращения отмарывания и ускорения закрепления печатных красок, лакировальные секции и т. д.).

Одним из главных требований при печатании является соответствие свойств бумаги и краски друг другу, способу печатания и конкретным условиям проведения технологического процесса. Большое значение при этом имеет правильная подготовка этих материалов к печатанию с обязательной приборно-технической проверкой их важнейших рабочих свойств.

Взаимосвязь основных элементов процесса получения оттиска представлена на рис. 2.2 [1].

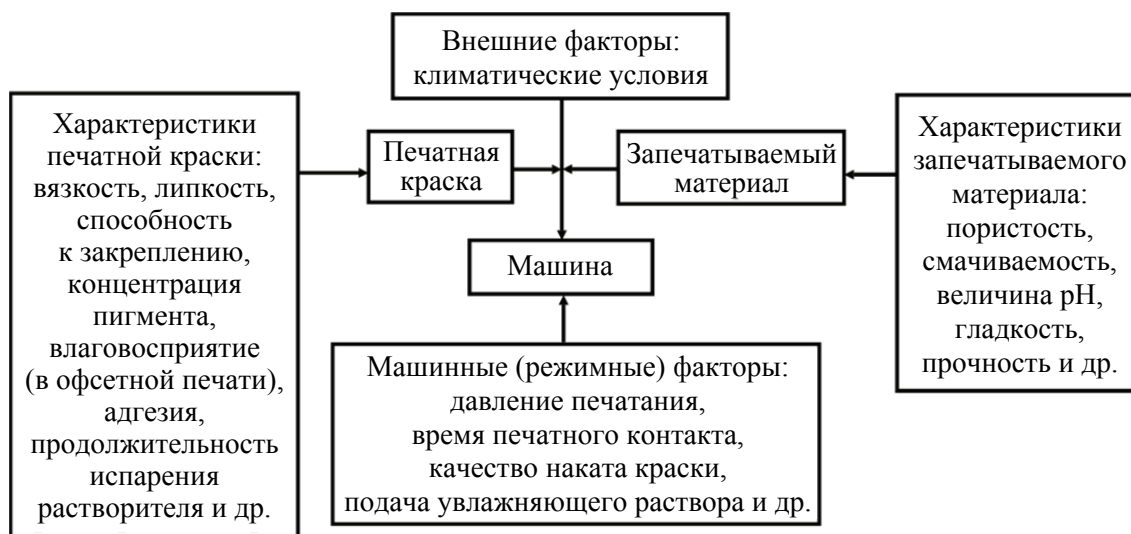


Рис. 2.2. Взаимосвязь основных элементов печатного процесса

Основные факторы, определяющие условия взаимодействия бумаги и краски, можно разделить на две группы:

1) факторы, обусловленные природой и спецификой бумаги и краски, участвующих в этом взаимодействии. Сюда относятся: смачивание бумаги краской, адгезионно-когезионные свойства краски, которые определяют способность краски смачивать бумагу и прилипать к ней, т. е. характер молекулярно-поверхностной связи, возникающей в зоне печатного контакта, а также характеризуют величину сил сцепления молекул самой краски, другими словами ее прочность, оказывающую большое влияние на характер расщепления красочного слоя;

2) факторы, определяющие проведение и режим печатного процесса: величина давления в момент контакта формы с бумагой; скорость печатания; толщина красочного слоя на форме; конструктивные, динамические, механико-прочностные и другие особенности применяемых форм и печатного оборудования и проведение подготовки их к печатанию; атмосферные условия, в которых протекает печатный процесс, и прежде всего температура и относительная влажность воздуха.

Взаимосвязь и взаимозависимость всех перечисленных факторов диктуют необходимость комплексного, всесторонне сбалансированного подхода к подготовке и проведению многофакторного печатного процесса.

ОСОБЕННОСТИ МОЛЕКУЛЯРНО-ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕЧАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лекция 3

Данная лекция посвящена изучению особенностей молекулярно-химической природы и структурно-механических свойств бумаги и краски. Рассматривается классификация бумаги по предельным значениям краевого угла смачивания. Приводятся основные условия получения оттиска. Изучаются явления смачивания, прилипания и впитывания. Рассматриваются теории адгезии, объясняющие причины и механизмы взаимодействия двух контактирующих веществ.

3.1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ПРИРОДА ПОВЕРХНОСТИ БУМАГИ И КРАСКИ. ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТТИСКА

В основе печатного процесса лежат явления, возникающие в момент взаимодействия печатной краски с запечатываемым материалом. Свойства бумаги и краски и их поведение в процессе печатания в значительной степени определяются состоянием их поверхностей.

Бумага обладает сложными поверхностными свойствами, так как представляет собой пористую систему, состоящую не только из волокон целлюлозы и сопутствующих ей продуктов, но и из таких дополнительных компонентов, как проклейка, наполнитель и т. п. Совокупное влияние этих веществ определяет поверхностную энергию бумаги на границе с жидкостью, а следовательно, и условия смачивания и прилипания.

По характеру взаимодействия с полярной водой и предельно неполярной жидкостью бумагу разделяют на гидрофильную и гидрофобную. Бумага, состоящая только из волокон целлюлозы, гидрофильна. Это объясняется наличием свободных полярных гидроксильных групп на поверхности микрофибрилл целлюлозы. Проклейка, как правило, снижает гидрофильность бумаги, а в ряде случаев, особенно при проклейке смоляным клеем, бумага становится гидрофобной. Минеральные наполнители повышают гидрофильность бумаги.

Для характеристики молекулярной природы печатной бумаги принята условная классификация ее по предельным значениям краевого угла θ смачивания водой [1]:

- 1) $0^\circ < \theta < 15^\circ$ — предельно гидрофильная бумага;
- 2) $15^\circ < \theta < 60^\circ$ — гидрофильная бумага;
- 3) $60^\circ < \theta < 80^\circ$ — бумага с промежуточными свойствами;
- 4) $80^\circ < \theta < 140^\circ$ — гидрофобная бумага;
- 5) $\theta > 140^\circ$ — абсолютно гидрофобная бумага.

Требования полиграфической промышленности к молекулярно-поверхностным свойствам печатной бумаги определяются ее назначением, способами обработки в печатных процессах и условиями использования печатной продукции.

Особое значение приобретают свойства бумаги в офсетной печати, где происходит избирательное смачивание краской (в присутствии увлажняющего раствора) формы и бумаги.

Гидрофильная бумага, способная поглощать часть влаги, при соприкосновении с офсетным полотном не дает ей возможности накапливаться на его поверхности, что несколько снижает количество эмульгированной краски. Гидрофобная бумага требует минимального увлажнения формы. При этом гидрофильная и гидрофобная бумага в зависимости от условий ее получения может в процессе печатания, (вследствие экстрагирования водой части щелочных или кислотных компонентов) изменять рН увлажняющего раствора, что приводит к нарушению баланса «краска – вода» и ухудшает качество оттисков.

Гидрофильная бумага легче поддается акклиматизации. При изменении влажности можно менять ее механические (мягкость) и диэлектрические свойства, вплоть до устранения способности к электризации. Гидрофильная бумага активно воспринимает водные краски, а гидрофобная меньше подвержена влиянию влаги и хорошо воспринимает масляную краску.

Необходимо отметить, что при определенных поверхностных свойствах краска может хорошо восприниматься гидрофильной бумагой и неудовлетворительно — гидрофобной. Поэтому вместе с изучением поверхностных свойств бумаги большое значение приобретает исследование поверхностных свойств красок.

Молекулярно-поверхностные свойства красок определяют их способность смачивать и прилипать к поверхностям красочных валиков и цилиндров, печатающих элементов формы и бумаги. Эти свойства зависят главным образом от природы связующего вещества, которое непосредственно вступает в контакт с указанными поверхностями.

Пигменты красок, окруженные сольватными оболочками, такой возможности не имеют. Вместе с тем, адсорбируя поверхностно-активные компоненты, они снижают полярность связующего и несколько повышают его поверхностное натяжение [1].

Важнейшей характеристикой масляной среды печатных красок, определяющей стабилизацию в ней пигментов и характер взаимодействия с красконесущими поверхностями, является поверхностная активность связующего, проявляющаяся на границе раздела с контактирующей фазой. Для различных связующих поверхностная активность неодинакова. Наиболее активны полярные связующие. К ним относятся оксидированные льняные, а также алкидные олифы. Полимеризованные олифы характеризуются сниженной полярностью.

Увеличивать содержание полярных групп в олифах можно не только при их изготовлении, но и непосредственно при употреблении путем введения в них поверхностно-активных веществ (ПАВ). Однако поверхностно-активные вещества, как правило, вводят в краски при их изготовлении, учитывая при этом свойства печатной бумаги и условия проведения процесса печатания.

ПАВ могут адсорбироваться на поверхности раздела фаз, снижая поверхностное натяжение. Возможность молекулярной адсорбции определяется на основе правила уравнивания полярностей, установленного П. А. Ребиндером. Согласно данному правилу, вещество С может адсорбироваться на поверхности раздела фаз А и В, если адсорбционный слой уменьшает разность полярностей на границе раздела фаз.

Это правило широко используется во многих технологических процессах с целью управления поверхностными явлениями, в том числе смачиванием, а следовательно, и прилипанием. Большое значение данное правило имеет для печатных процессов. Печатная краска может взаимодействовать как с гидрофильной, так и с гидрофобной бумагой. Если поверхность обладает гидрофильными свойствами, то в соответствии с правилом уравнивания полярностей находящиеся в неполярной среде связующего ПАВ будут адсорбироваться на границе раздела «краска – подложка», ориентируясь полярными группами в сторону подложки. В результате происходит гидрофобизация поверхности.

Таким образом, используя ПАВ, можно не только изменять, но и управлять свойствами красочных валиков и печатающих элементов форм путем создания на их поверхности адсорбционных слоев. При печатании на бумаге различной природы те же ПАВ обеспечивают нормальные условия для ее взаимодействия с краской. Введение в краску ПАВ приводит не только к улучшению смачивания, но и к изменению ее адгезионных и когезионных свойств.

Практика печатных процессов подтверждает, что при введении определенных добавок смачивание бумаги краской улучшается. Коге-зионная прочность краски при этом возрастает, причем в большей степени, чем адгезия.

На условия взаимодействия краски и бумаги в печатном процессе сильно влияет давление, под действием которого в момент печатного контакта краска внедряется через приповерхностные поры бумаги в ее толщу. С увеличением количества проникшей в бумагу краски колориметрическая насыщенность цветных оттисков снижается, оптическая плотность черно-белых изображений также уменьшается. При этом расход краски на получение каждого оттиска возрастает, что приводит к увеличению его себестоимости.

Это явилось одной из причин наметившейся тенденции использования в печатном процессе высокогладких малопористых бумаг и быстрозакрепляющихся красок. Несмотря на высокую полярность данных красок, действие их полярных групп во время впитывания ограничивается быстрым увеличением вязкости.

Таким образом, для получения оттиска необходимы следующие основные условия:

- 1) смачивание и прилипание краски к запечатываемой поверхности;
- 2) частичное внедрение краски в бумагу под действием давления;
- 3) соблюдение неравенства «сила адгезии» больше «силы коге-зии» при разрыве красочного слоя;
- 4) закрепление краски на оттиске.

3.2. СМАЧИВАНИЕ И ЕГО РОЛЬ В ПЕЧАТНОМ ПРОЦЕССЕ. КРАЕВОЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ

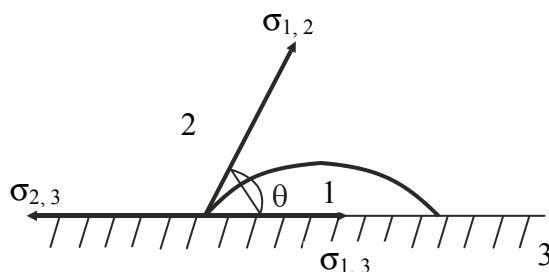
В основе печатания любым способом лежат такие явления, как адгезия и смачивание, которые определяют ход печатного процесса. Адгезия и смачивание — это две стороны одного и того же явления, возникающего при контакте жидкости с твердым телом, причем если адгезия обуславливает взаимодействие между молекулами веществ, различных по своей природе, но находящихся в контакте, то смачивание — это явление, возникающее при таком взаимодействии [1].

Если молекулы жидкости (краски) взаимодействуют с молекулами твердого тела сильнее, чем между собой, то жидкость будет растекаться по поверхности, т. е. смачивать ее. Если молекулы жидкости взаимодействуют друг с другом значительно сильнее, чем с молеку-

лами твердого тела, то жидкость на поверхности твердого тела собирается в каплю, по форме близкую к сферической, и смачивания при этом не происходит. Между этими двумя случаями в зависимости от соотношения интенсивности молекулярных сил возможны переходные случаи неполного смачивания, когда капля образует с поверхностью твердого тела определенный равновесный угол, называемый краевым углом смачивания θ .

В печатном процессе не может быть ни полного смачивания, ни полного несмачивания, так как в том и другом случае печатный процесс невозможен. При полном смачивании краска покроет не только печатающие, но и пробельные элементы формы или растечется по поверхности запечатываемого материала, что не позволит получить четкого изображения. При полном несмачивании краска будет собираться в сферические капли, что резко ухудшит ее контакт с твердой поверхностью и ограничит площадь, по которой может происходить взаимодействие ее частиц. Это также не обеспечивает нормальных условий для раската краски и проведения процесса печатания. Таким образом, в печатном процессе должно быть неполное смачивание краской контактирующих с ней твердых поверхностей.

Смачивание жидкостью твердого тела можно объяснить как результат действия сил поверхностного натяжения на границе каждой пары из трех взаимодействующих фаз: 1 — жидкость, 2 — газ, 3 — твердое тело (рисунок) [1].



Краевой угол смачивания

На границе раздела «твердое тело – газ» действует сила вдоль поверхности раздела $\sigma_{2,3}$. Эта сила стремится растянуть каплю вдоль указанной границы раздела. Сила, действующая на границе раздела «твердое тело – жидкость» $\sigma_{1,3}$, стремится стянуть ее.

Сила, действующая на границе раздела «жидкость – газ» $\sigma_{1,2}$, направлена по касательной к поверхности капли. Эта касательная образует с поверхностью твердого тела в точке соприкосновения трех фаз краевой угол смачивания θ , условно измеряемый в сторону жид-

кости. При образовании равновесного угла, согласно уравнению Юнга, все три силы должны уравновешивать друг друга и сумма их проекций на ось абсцисс должна равняться нулю:

$$\sigma_{2,3} - \sigma_{1,3} - \sigma_{1,2} \cos \theta = 0; \quad (3.1)$$

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{2,3} - \sigma_{1,3}}{\sigma_{1,2}}. \quad (3.2)$$

Из уравнения Юнга видно, что краевой угол, или величина его косинуса, зависит от молекулярной природы поверхности раздела и не зависит от размера капли. Величина краевого угла является количественной оценкой смачиваемости и служит мерой смачивания.

Если свободная поверхностная энергия на границе «твердое тело – газ» имеет большее значение, чем на границе «твердое тело – жидкость», то твердое тело будет смачиваться этой жидкостью. Тогда равновесный угол $\theta < 90^\circ$, а $\cos \theta > 0$. При $\theta = 0^\circ$ и $\cos \theta = 1$ будет происходить полное смачивание. В этом случае условие смачиваемости определяется неравенством $\sigma_{2,3} > \sigma_{1,3}$.

Когда свободная поверхностная энергия на границе «твердое тело – жидкость» имеет большее значение, чем на границе «твердое тело – газ», поверхность твердого тела будет противодействовать растеканию по ней жидкости. В этом случае $\theta > 90^\circ$, а $\cos \theta < 0$. При полном несмачивании $\theta = 180^\circ$ и $\cos \theta = -1$. Условием несмачиваемости, таким образом, является неравенство $\sigma_{2,3} < \sigma_{1,3}$.

Краски высокой и глубокой печати способны смачивать как печатающие, так и пробельные элементы, но так как пробельные элементы на формах высокой печати находятся ниже печатающих, а в глубокой печати они очищаются от краски ракелем, краска с пробельных участков практически не переходит на оттиск [1].

В офсетной печати используются формы, где печатающие и пробельные элементы находятся практически в одной плоскости, но имеют различные молекулярно-поверхностные свойства. Во время печатания вся поверхность офсетной формы подвергается воздействию как краски, так и увлажняющего раствора. При этом олеофильные печатающие элементы смачиваются краской и не смачиваются увлажняющим раствором, а гидрофильные пробельные элементы смачиваются водным раствором и отталкивают краску, благодаря чему и возможно печатание с плоских форм. Таким образом, в офсетной печати краска обладает избирательным смачиванием по отношению к поверхности печатающих элементов, а вода — по отношению к поверхности про-

бельных элементов. При нарушении условий избирательного смачивания может наступить инверсия смачивания, при которой пробельные элементы начинают воспринимать краску, а печатающие — отталкивать ее.

Способность краски смачивать бумагу зависит как от связующего и пигмента краски, так и от молекулярной природы поверхности бумаги. Бумага смачивается и неполярными, и малополярными веществами, например неполярными органическими жидкостями, входящими в состав связующего печатной краски.

Это объясняется тем, что притяжение неполярных молекул к гидроксильным группам целлюлозы хотя и слабее, чем притяжение воды, но оно оказывается сильнее, чем притяжение неполярных групп друг к другу. Поэтому поверхностное натяжение на границе «бумага – краска» снижается и происходит смачивание бумаги краской. Гидрофобизация поверхности бумаги при проклейке способствует улучшению смачивания ее краской и дополнительно повышает ее водопрочность.

3.3. ПРИЛИПАНИЕ И ВПИТЫВАНИЕ КРАСКИ В ПЕЧАТНОМ ПРОЦЕССЕ. АДГЕЗИОННО-КОГЕЗИОННЫЙ БАЛАНС И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РЕГУЛИРУЕМОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ КРАСОЧНОГО СЛОЯ

Для переноса краски из красочного ящика по транспортирующим частям красочного аппарата на печатную форму, а с нее на запечатываемый материал необходимо, чтобы краска не только смачивала контактирующие с ней поверхности, но и прилипала к ним.

В процессе печатания часть слоя краски, нанесенного на печатающие элементы формы, переносится на бумагу или другой запечатываемый материал. Печатный процесс возможен тогда, когда адгезия краски к бумаге и адгезия краски к печатающим элементам формы будут больше когезии краски, так как отрыв краски от печатающих элементов происходит по ее слою. При этом под адгезией, или прилипанием, понимают силу сцепления между двумя приведенными в соприкосновение разнородными телами (например, бумага и краска), а под когезией — силу взаимодействия между молекулами одного вещества, например краски [1].

При контакте двух разнородных поверхностей поверхностные силы, создающие адгезионную связь, определяются химическим строе-

нием поверхностей контактирующих тел. Адгезия характеризуется видом и силой взаимодействия атомов, молекул или функциональных групп, имеющих на этих поверхностях. Вклад в работу адгезии различных компонентов неодинаков и зависит от природы сил и условий их взаимодействия.

В настоящее время существует несколько теорий адгезии, объясняющих причины и механизм взаимодействия двух контактирующих веществ при их прилипании, наиболее распространенными из которых являются адсорбционная, диффузионная и электростатическая.

Адсорбционная теория рассматривает адгезию как адсорбцию молекул одного вещества на поверхности другого и объясняет прилипание действием сил молекулярного притяжения. Электростатическая теория базируется на предположении о создании двойного электрического слоя при контакте одного вещества с другим, в результате чего возникают силы притяжения разноименных зарядов, обуславливающие прилипание. Диффузионная теория сводит адгезию к диффузии одного компонента в другой и образованию при этом прочной связи за счет молекулярных сил и увеличения поверхности контакта, так как при диффузии граница контакта размывается.

Адсорбционная и диффузионная теории по существу не противоречат, а дополняют одна другую. Отличаются они тем, что по-разному представляют механизм образования соединений. С точки зрения адсорбционной теории адгезия — поверхностное явление, связанное с адсорбцией молекул одного тела на поверхности другого, а с точки зрения диффузионной теории — объемное явление, связанное с диффузией или взаимодиффузией молекул. Эти теории можно рассматривать как единую, так как, согласно той и другой теории, силами, обеспечивающими адгезионную прочность, являются молекулярные силы.

Процесс образования адгезионной связи протекает в две стадии. На первой происходит перемещение молекул адгезива (например, связующего) к поверхности субстрата (тело, на которое наносится адгезив) и их определенное ориентирование в межфазном слое, в результате чего обеспечивается тесный контакт между молекулами и функциональными группами молекул адгезива и субстрата. Протеканию первой стадии процесса адгезии способствует повышение температуры и давления. На второй стадии происходит непосредственное взаимодействие адгезива и субстрата. Завершается процесс адгезии межмолекулярным взаимодействием контактирующих фаз [1].

Таким образом, в печатном процессе происходит постоянный контакт краски с поверхностями формы и бумаги и в зоне контакта возникает межмолекулярное взаимодействие, приводящее к смачива-

нию жидкостью твердой поверхности и прилипанию ее к этой поверхности. Эти явления зависят как от молекулярной природы взаимодействующих тел, так и от состояния поверхности: шероховатости, наличия загрязнений, оксидных пленок, ПАВ и т. д.

При взаимодействии краски с пористой бумагой следует учитывать влияние пористости на смачиваемость бумаги краской. При попадании жидкости на бумагу происходят одновременно два процесса: растекание жидкости по поверхности бумаги до образования краевого угла и впитывание жидкости в ее поры. В первоначальный момент растекание происходит быстрее, чем впитывание, и поэтому площадь пропитки меньше площади контакта капли с бумагой.

С увеличением времени контакта и достижением равновесного состояния скорости растекания и впитывания становятся равными, а угол смачивания достигает максимальной величины. После достижения предельного значения краевой угол начинает уменьшаться, так как жидкость продолжает диффундировать в толщу бумаги и поэтому площадь пропитки увеличивается, а площадь контакта жидкости с бумагой уменьшается. При рассмотрении молекулярно-поверхностных явлений нельзя не учитывать и влияния среды, а также условий реального печатного процесса, в котором они протекают.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАСОЧНЫХ АППАРАТОВ МАШИН ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ

Лекция 4

В лекции рассматриваются особенности поведения краски в красочном ящике. Приводятся факторы, влияющие на равномерность толщины слоя краски на поверхности дукторного цилиндра. Изучаются особенности деформационного поведения и деления слоя краски в процессе раската, а также механизм расщепления слоя краски между цилиндром и валиком. Рассматриваются явления нитеобразования и пыления краски, а также методы борьбы с пылением. Изучается процесс наката краски на форму и количественные показатели, характеризующие его.

4.1. ПОВЕДЕНИЕ КРАСКИ В КРАСОЧНОМ ЯЩИКЕ. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЯ КРАСКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ДУКТОРНОГО ЦИЛИНДРА. РЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ КРАСКИ В КРАСОЧНОМ ЯЩИКЕ

Основными элементами краскоподающей группы являются красочный ящик, дукторный цилиндр и передаточный валик (см. рис. 4.1). К ней же относится приемный цилиндр, одновременно являющийся первым элементом раскатной группы. Вращение дукторного цилиндра сопровождается выводом из красочного ящика слоя краски определенной толщины, который, расщепляясь, частично переходит затем на передаточный валик. Нарушение контакта между поверхностью дукторного цилиндра и ножом приводит к прекращению подачи краски в раскатную систему. При этом толщина красочного слоя на поверхности дукторного цилиндра во всех случаях должна превосходить ширину зазора, что должно обеспечивать постоянный контакт краски с передаточным валиком [1].

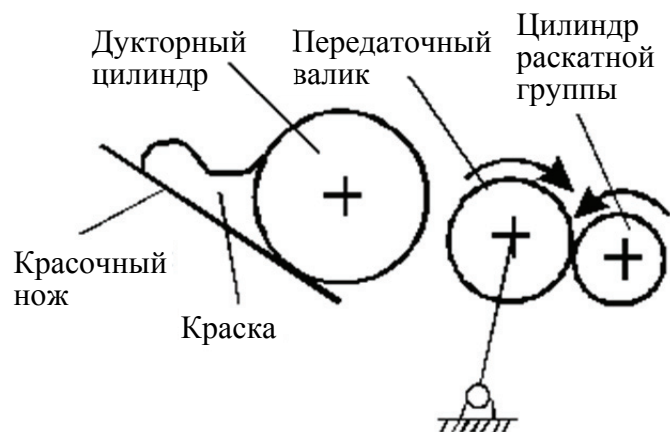


Рис. 4.1. Основные элементы краскоподающей группы красочного аппарата

Слой краски на поверхности дукторного цилиндра формируется под воздействием комплекса факторов, которые можно условно разделить на 3 группы: технологические, конструктивные, динамические.

Технологические факторы определяют процесс дозирования краски в конкретных условиях печатания. К ним относятся особенности печатной формы и вид запечатываемого материала, вязкость и другие реологические свойства краски, тип и скорость работы печатной машины, величина зазора между ножом и дукторным цилиндром и др.

Конструктивные факторы характеризуют, прежде всего, геометрические параметры и механические свойства ножа и дукторного цилиндра. Они задаются при проектировании и изготовлении печатных машин и, как правило, являются нерегулируемыми величинами.

Динамические факторы обуславливают величину и характер сил, сопутствующих формированию слоя краски на дукторном цилиндре. Сюда относятся гидростатическое и гидродинамическое давление краски.

Рассмотрим факторы, обуславливающие неравномерность толщины слоя краски, выводимой из зазора между дукторным цилиндром и ножом как по окружности, так и по образующей дукторного цилиндра.

Пусть S_0 — величина номинального зазора между неподвижным дукторным цилиндром и недеформированным ножом. Сместив кромку ножа при помощи регулировочного винта в сторону дукторного цилиндра на величину δ , получим статический зазор S_C .

$$S_C = S_0 - \delta_0. \quad (4.1)$$

Учитывая при этом величину отклонений от правильной геометрической формы ножа ΔH и дукторного цилиндра $\Delta \Phi$, получим величину действительного статического зазора между деформированным ножом и неподвижным дукторным цилиндром.

$$S'_C = S_C + \Delta H + \Delta \Phi. \quad (4.2)$$

Периодическое или непрерывное вращение дукторного цилиндра сопровождается его радиальным биением, допустимая величина которого $e = 0,03-0,10$ мм. Кроме того, при повороте дукторного цилиндра со слоем краски кромка ножа испытывает давление движущегося динамического потока краски, который увеличивает статический зазор на величину δ_H . В результате при вращении дукторного цилиндра со слоем краски между ним и красочным ножом образуется динамический зазор S_D .

$$S_D = S'_C \pm e + \delta_H. \quad (4.3)$$

Конечная толщина слоя краски на дукторном цилиндре будет определяться величиной гидродинамического давления, устанавливающего окончательную величину динамического зазора.

Анализ факторов, влияющих на равномерность толщины слоя краски по всей поверхности дукторного вала позволяет сделать выводы [1]:

1) при непрерывном вращении дукторного вала с постоянной скоростью равномерность толщины слоя краски на поверхности дукторного вала выше, чем при его периодическом вращении;

2) с увеличением скорости периодического вращении дукторного вала неравномерность толщины слоя краски на его поверхности возрастает;

3) с повышением точности изготовления дукторного вала и красочного ножа равномерность толщины слоя краски увеличивается, поскольку в этом случае ΔH и $\Delta \Phi$ будут в меньшей степени сказываться на величине как статического, так и динамического зазора;

4) слой краски на поверхности дукторного вала становится более равномерным по толщине с увеличением жесткости ножа.

Периодическое или непрерывное вращение дукторного вала в сочетании с вязкотекучими свойствами краски и особенностями ее прохождения через зазор между дукторным цилиндром и красочным ножом вызывает неравномерное распределение давления в плоскости поперечного сечения красочного ящика.

В общем случае величину напряжений в краске, находящейся в красочном ящике, будут определять два фактора [1]:

1) скорость вращения дукторного цилиндра;

2) вязкость краски.

Неодинаковое распределение скоростей в различных зонах красочного ящика позволяет прийти к выводу, что масса краски, находящаяся в красочном ящике, будет неоднородной и по вязкости. Иначе говоря, неравномерным скоростям сдвига будет сопутствовать большая или меньшая аномалия вязкости краски.

Предположим, что в слое краски, непосредственно примыкающем к дукторному цилиндру, под влиянием вращения последнего развивается довольно высокий градиент скорости сдвига, создающий в этом слое напряжение сдвига. Это напряжение распространяется на первоначально неподвижные слои краски, вызывая их течение.

При значительной аномалии вязкости структура краски в пристенном слое сильно разрушается. Следовательно, при удалении от поверхности дукторного цилиндра градиент скорости сдвига быстро падает, что свидетельствует о резком уменьшении деформаций сдвига в зонах массы краски, даже незначительно отстоящих от выводного зазора. Между дукторным валом и неподвижной массой краски возникает так называемое пристенное скольжение. Нормальная подача краски при этом практически исключена.

Если краска обладает малой аномалией вязкости, то заметным по величине деформациям сдвига с близкими (и достаточно высокими) градиентами скорости будет подвергаться уже большая часть массы краски, находящейся в красочном ящике, и условия вывода краски из красочного ящика в раскатную систему станут более благоприятными.

4.2. РАСКАТ КРАСКИ. ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ И ДЕЛЕНИЯ СЛОЯ КРАСКИ В НЕЖЕСТКОМ ЗАЗОРЕ И ПРИ СЛОЖНОМ ДВИЖЕНИИ РАСКАТНОГО ЦИЛИНДРА

В стадии раската краска попадает в более сложные условия, чем в стадии подачи из красочного ящика. В краскораспределительной системе она находится в виде тонкого слоя, последовательно расщепляющегося в контактных зонах, образуемых парами «валик – цилиндр», под воздействием высоких напряжений и скоростей сдвига. Одновременно слой краски подвергается осевому раскату, в процессе которого также развиваются значительные усилия [1].

Усилия, воздействующие на краску, являются периодическими, кратковременными и знакопеременными. Усилие сдвига в раскатной системе воздействует на краску периодически — только в момент, когда данный участок красочного слоя попадает в зону контакта между валиком и цилиндром. Время действия усилия в зависимости от конструктивных особенностей раскатной группы и скорости работы ма-

шины очень невелико. Оно составляет около 10^{-3} с. Знакопеременный характер усилий проявляется в поочередном сжатии и растяжении красочного слоя при входе слоя в зону контакта и выходе из нее.

При рассмотрении поведения краски в раскатной группе красочного аппарата важно учитывать, что расщепление краски происходит в нежесткой контактной зоне, образуемой эластичным красочным валиком и недеформируемым металлическим цилиндром.

В раскатной системе краска должна беспрепятственно передаваться с одного элемента на другой, хорошо смачивая при этом поверхности контактирующих валиков и цилиндров и достаточно прочно на них удерживаясь. Эластичные валики красочного аппарата вращаются под воздействием сил трения, возникающих между ними и металлическими цилиндрами, имеющими принудительный привод.

В офсетной печати краска накатывается только на печатающие элементы формы, в связи с чем на накатных валиках остается красочный слой, имеющий «изрезанный профиль». Если этот профиль не выравнивать, условия наката краски на форму резко ухудшаются, поскольку неровности красочного слоя на накатных валиках будут неизбежно распространяться на валики и цилиндры раскатной системы. Поэтому всем или некоторым раскатным цилиндрам красочных аппаратов многозвенного дукторного типа, наряду с вращением, сообщается возвратно-поступательное осевое перемещение, вызывающее осевой раскат краски. Осевой раскат прежде всего способствует разравниванию рельефа краски и, следовательно, более равномерному нанесению ее на печатную форму. При всех достоинствах осевой раскат характеризуется некоторыми отрицательными последствиями [1]:

- 1) увеличение деформации эластичных оболочек красочных валиков;
- 2) повышение их температуры и возрастание износа в результате усиленного трения при знакопеременных нагрузках;
- 3) усложнение схемы привода раскатных цилиндров и возникновение в работающей машине неблагоприятных динамических нагрузок;
- 4) возникновение трудностей при определении параметров предварительной настройки краскоподающей группы, прежде всего высокоскоростных печатных машин.

Перенос краски между элементами контактирующей пары подвержен влиянию давления в полосе контакта. Профиль распределения давления в зоне контакта валика и цилиндра раскатной группы красочного аппарата в зависимости от ширины контактной зоны представлен на рис. 4.2.

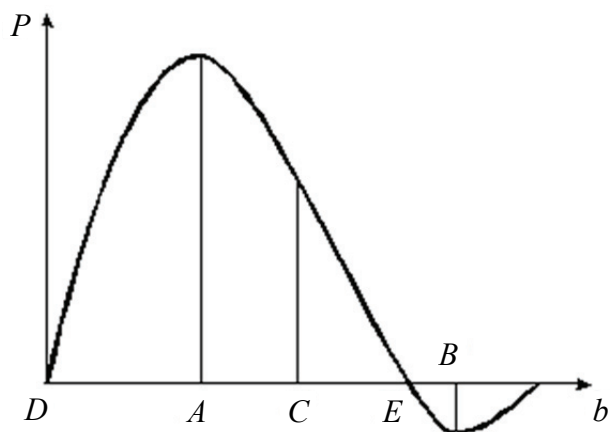


Рис. 4.2. Профиль распределения давления в зоне контакта валика и цилиндра раскатной группы

Входя в зону контакта (точка D), краска испытывает воздействие быстро нарастающего давления, тогда как на выходе из зоны (точка B) возникает вакуум. Быстрый скачок давления на протяжении очень короткого времени (сотые и даже тысячные доли секунды) вызывает неравномерную скорость деформации отдельных участков красочного слоя. При высоком давлении краска деформируется медленно, при снижении давления скорость деформации резко возрастает. Усилие сдвига непосредственно воздействует на краску в середине контактной зоны C , где толщина слоя краски является минимальной. В плоскостях A и E , примыкающих с обеих сторон к наиболее узкому участку зоны контакта и соответствующих максимальному и минимальному значениям давления, сдвиг равен 0. Рассмотрим механизм расщепления слоя краски между цилиндром и валиком, представленный на рис. 4.3.

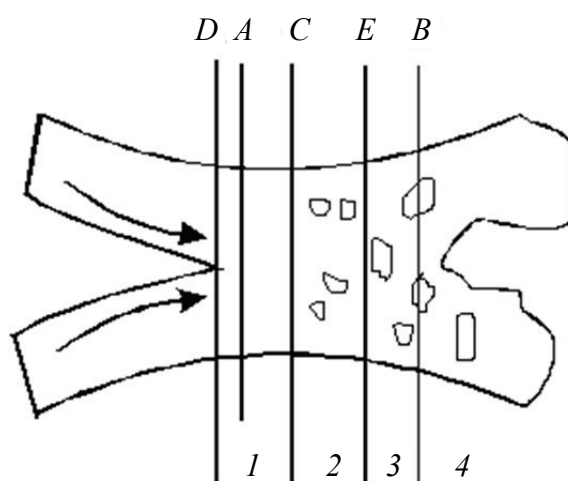


Рис. 4.3. Механизм расщепления слоя краски между цилиндром и валиком

В каждой из зон (1–4) слой краски подвергается воздействию специфического комплекса сил. Зона 1, соответствующая наиболее узкому участку полосы контакта, — это область гидродинамического сдвига. Давление в ее пределах ниже максимального значения, которое в динамической нежесткой полосе контакта смещается от центра в направлении входа вращающейся пары «валик – цилиндр» в контакт друг с другом [1].

Зона 2 — область кавитации, где происходит нарушение сплошности красочного слоя в результате образования в нем газовоздушных пузырьков, связанное с тем, что какое-то количество воздуха попадает в краску еще на участке входа в полосу контакта. Зона 3 — область образования и удлинения красочных нитей и одновременного расширения газовоздушных пузырьков. Силовые факторы, определяющие поведение слоя краски в этой области, — воздействие усилия растяжения со стороны разделяющихся поверхностей валика и цилиндра и продолжающееся снижение давления. Зона 4 — область окончательного расщепления красочных нитей.

4.3. ЯВЛЕНИЕ НИТЕОБРАЗОВАНИЯ. ЛИПКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ РАСКАТА КРАСКИ. ЯВЛЕНИЕ ПЫЛЕНИЯ КРАСКИ. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЫЛЕНИЕМ КРАСКИ

При достаточно высокой скорости разделения поверхностей цилиндров происходит быстрое расширение воздушных пузырьков и их слипание, приводящее к образованию тонких нитей, соединяющих оба цилиндра.

При раскате краски и ее расщеплении между валиками и цилиндрами красочного аппарата (как и при подаче ее в раскатную систему, накате на печатную форму и разделении красочного слоя между формой и запечатываемым материалом) большую роль играет липкость краски, характеризующая ее сопротивление разрыву. На величину сил липкого сопротивления оказывают влияние следующие факторы [1]:

- 1) скорость вращения валика в контакте с раскатным цилиндром;
- 2) вязкость краски;
- 3) геометрические параметры полосы контакта.

Большое значение при этом приобретает также учет влияния гидродинамического фактора, обусловленного тем, что краска, увлекае-

мая в клинообразную полость зоны контакта, в своем движении создает установившийся поток, противодействующий прижиму валика к раскатному цилиндру.

Чтобы получить представление о механизме разделения слоя краски между валиками и цилиндрами красочного аппарата, необходимо рассмотреть модель растяжения и разрыва слоя краски между двумя плоскими поверхностями (рис. 4.4) [1].

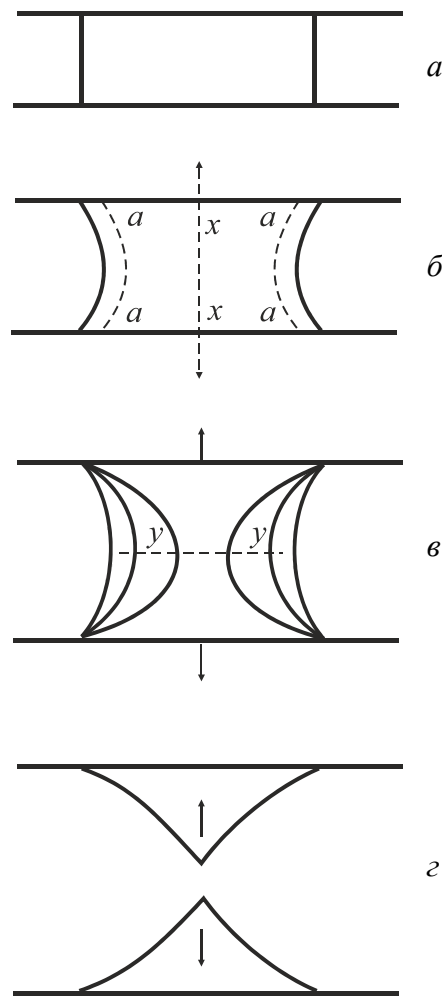


Рис. 4.4. Модельное представление растяжения и разрыва слоя краски между двумя плоскими поверхностями:
a — слой краски между двумя плоскими красконесущими поверхностями;
б — деформация слоя краски; *в* — образование нити;
г — разрыв красочной нити

Представим небольшой по толщине и ширине слой краски, находящийся между двумя плоскими красконесущими поверхностями

(рис. 4.4, *a*). При разделении этих поверхностей слой краски деформируется сначала без заметного изменения объема: возрастает толщина слоя, но одновременно (в результате прогиба боковых стенок) несколько уменьшается его ширина (рис. 4.4, *б*). При этом напряжения около выгнувшихся краев (линии *a–a*) оказываются больше, чем в центре (по линии *x–x*), вследствие того, что боковая поверхность красочного слоя деформируется сильнее, чем средние его участки. В результате именно в этих приграничных областях слоя величина действующего напряжения быстрее достигнет и превысит величину предельного напряжения сдвига, что приведет в процессе растяжения к образованию шейки и постепенному превращению ее в тонкую нить (рис. 4.4, *в*). Напряжения, возникающие в наиболее суженной зоне слоя (нити) по линии *y–y*, становятся во много раз большими, чем напряжения в зонах соприкосновения краски с красконесущими поверхностями. Под действием именно этих напряжений в определенный момент произойдет разрыв нити. При медленном протекании этого процесса деформация нити сопровождается заметным течением краски. После разрыва нити (рис. 4.4, *г*) втягивание ее частей обратно в красочный слой протекает с невысокой скоростью (до нескольких секунд). Быстрое разделение красочного слоя не сопровождается течением, а целиком обуславливается вязкоупругостью краски, которая будет вести себя подобно твердому телу, т. е. демонстрировать хрупкий разрыв, являющийся результатом преодоления когезионных сил.

С образованием нитей при разделении слоя краски между цилиндрами и валиками раскатной группы красочного аппарата связано и явление пыления краски. Пыление — это результат дробления красочных нитей на множество мелких частиц и интенсивного разбрызгивания этих частиц в окружающее пространство под действием центробежных сил. Вращающиеся валики и цилиндры вовлекают в движение приграничный слой воздуха. Кроме того, в зону разделения элементов контактирующей пары, где давление резко уменьшается и может возникнуть вакуум, устремляется воздух из окружающего пространства. Под действием этого суммарного противотока искривляется траектория первоначально прямолинейного движения частиц краски, заставляя двигаться их по касательной к полосе контакта.

Схема образования и распределения частиц красочной пыли в раскатной группе красочного аппарата приведена на рис. 4.5 [1].

Исследования показали, что характер воздействия воздушного потока на частицы красочной пыли существенно зависит от их размера. Мельчайшие (1–5 мкм) частицы краски *l* сразу захватываются движущимся приграничным слоем воздуха и огибают поверхности валика

и цилиндра. Более крупные пылинки 2 (10–30 мкм), отбрасываемые по касательной центробежными силами, попадают под воздействие потока воздуха, который перемещает их к зоне разрыва красочных нитей (т. е. к зоне пылеобразования), и лишь после этого они устремляются в криволинейное движение около поверхности валиков. Только самые крупные частицы 3 (40–50 мкм и выше) преодолевают все встречные воздушные потоки и оседают перед раскатной парой.



Рис. 4.5. Схема образования и распределения частиц красочной пыли в раскатной группе красочного аппарата:

- 1 — мельчайшие частицы краски;
- 2 — более крупные пылинки;
- 3 — крупные частицы краски

Следовательно, вся пыль, за исключением наиболее крупных частиц, увлекается в криволинейное движение около вращающихся валиков под воздействием воздушных течений у их поверхности, и именно этот воздушный поток в основном и определяет движение пылеобразной массы краски. По мере перемещения частиц их скорость уменьшается и постепенно уравнивается со скоростью течения воздуха, а в местах столкновения пылевоздушного потока с каким-нибудь препятствием или потоком воздуха от другой раскатной пары «валик – цилиндр» происходит либо оседание частиц краски, либо их рассеивание в окружающем пространстве.

Пыление наблюдается главным образом при работе высокоскоростных машин и вызывает ухудшение качества продукции, загрязнение оборудования и атмосферы цеха.

К числу методов, наиболее эффективных в производственных условиях, относятся электрофизические методы и методы, основанные на применении различных химических добавок. К электрофизическим методам, в частности, относят:

– предотвращение возникновения в атмосфере цеха статической электризации, предполагающее достаточно высокую (не ниже 50%)

относительную влажность воздуха, нормированную абсолютную влажность бумаги, нейтрализацию зарядов статического электричества в зоне раската краски;

– повышение электропроводности печатных красок, что позволяет регулировать в нужном направлении степень электризации их активных центров. Эксперименты показали, что при достижении критической величины проводимости пыление краски прекращается. Увеличение проводимости может быть достигнуто применением связующего, содержащего смесь гликолевого спирта с водой;

– размещение на выходе краски из зоны контакта валика и цилиндра красочного аппарата коронирующего электрода, формирующего в стационарном электрическом поле коронный разряд, обуславливающий быстрое и достаточно эффективное осаждение красочной пыли на красконесущие поверхности в результате нейтрализации зарядов частиц краски;

– использование электропроводящей облицовки раскатных валиков красочного аппарата, уменьшающей вероятность электризации краски и способствующей интенсивному осаждению красочной пыли.

4.4. НАКАТ КРАСКИ НА ПЕЧАТНУЮ ФОРМУ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Краска, подготовленная в процессе ее раската, поступает на накатные валики, а затем на печатную форму. Данная операция существенно влияет на качество оттиска. Наиболее правильная передача линейных размеров и оптических плотностей изображения на оттиске может быть достигнута только при условии получения на нем достаточно однородного красочного слоя технологически необходимой толщины, что обеспечивается равномерным накатом краски на печатную форму. Равномерному накату краски на форму препятствуют влияние температуры краски и окружающей среды, изменения условий испарения увлажняющего раствора в офсетной печати, нестабильность подачи краски краскопитающей группой и т. д. В результате этого в реальных условиях печатания на оттиске возникают местные изменения толщины красочного слоя на различных участках формы, что ухудшает качество изображения.

Накат краски на форму характеризуют количественные показатели [1], приведенные ниже.

1. Коэффициент переноса краски определяет пропорцию, в которой краска передается с красконесущей на красковоспринимающую поверхность (рис. 4.6).

Коэффициент переноса краски с одной поверхности на другую (в том числе и между накатным валиком и печатной формой) рассчитывается по следующим формулам:

$$K_{\text{пер}} = \frac{h_2''}{h_1'' + h_2''} \cdot 100\%$$

либо

$$K_{\text{пер}} = \frac{h_2''}{h_1' + h_2''} \cdot 100\%. \quad (4.4)$$

Отсюда вытекает, что при расщеплении слоя краски между двумя поверхностями поровну $K_{\text{пер}} = 50\%$.

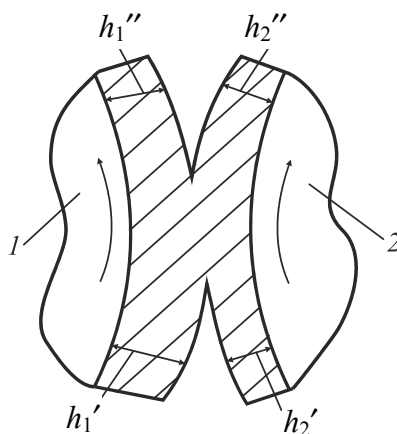


Рис. 4.6. Схема транспортировки краски через контактную зону:
 1 — красконесущая поверхность;
 2 — красковоспринимающая поверхность

2. Коэффициент использования окружности формного цилиндра определяется как отношение длины изображения (формы) l_{ϕ} к длине окружности формного цилиндра (без печатной формы) диаметром D :

$$L = \frac{l_{\phi}}{\pi D} \cdot 100\%. \quad (4.5)$$

Данный показатель является одним из факторов, определяющих расход краски в процессе печатания за каждый оборот формного цилиндра.

3. Амплитуда толщины слоя краски на форме. Неполное использование длины окружности формного цилиндра является следствием как конструктивных, так и технологических причин, что оказывает деста-

билизирующее воздействие на процесс наката краски, которое может проявляться не только в пределах полного оборота формного цилиндра, но и в границах каждого оборота накатного валика (рис. 4.7).

На участке поверхности накатного валика *1*, контактирующего с непечатающим участком *4* формного цилиндра *2* (рис. 4.7, *а*), слой краски сохраняется неизменным до тех пор, пока он не перейдет на участок *3* формы при следующем обороте валика. Поэтому на участке *3* образуется некоторый избыток краски по сравнению со смежными участками формы.

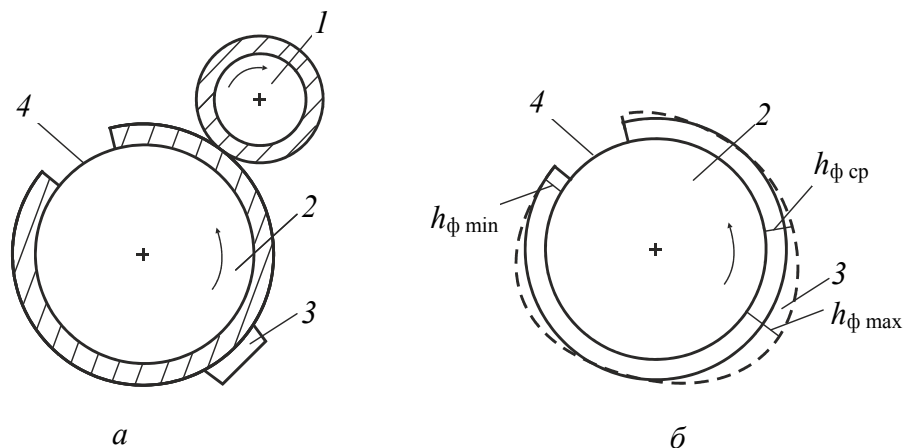


Рис. 4.7. Распределение слоя краски на накатном валике и формном цилиндре:
а — накат краски; *б* — формирование слоя краски на формном цилиндре;
1 — накатной валик; *2* — формный цилиндр;
3 — избыток краски; *4* — непечатающий участок

Неравномерность наката краски характеризуется амплитудой толщины слоя краски на форме, определяемой по формуле

$$A_{\phi} = \frac{h_{\phi \max} - h_{\phi \min}}{h_{\phi \text{ ср}}} \cdot 100\%, \quad (4.6)$$

где $h_{\phi \max}$, $h_{\phi \min}$, $h_{\phi \text{ ср}}$ — соответственно максимальная, минимальная, средняя толщина слоя краски на форме в пределах одного оборота формного цилиндра, мкм.

Более или менее заметные утолщения слоя краски на форме могут обуславливаться наличием любых нерабочих участков на формном цилиндре и на печатной форме.

4. Шаг толщины слоя краски на форме — отношение максимального значения местного изменения толщины слоя краски на форме к средней его толщине на форме. В данном случае именно максимальное, а не промежуточное приращение толщины слоя краски по отношению к заданной или технологически необходимой толщине слоя на данном участке формы в пределах одного оборота накатного валика.

Шаг толщины слоя краски на форме рассчитывается по следующей формуле:

$$S_{\phi} = \frac{\Delta h_{\phi \max}}{h_{\phi \text{ ср}}} \cdot 100\%, \quad (4.7)$$

где $\Delta h_{\phi \max}$ — максимальное приращение толщины слоя краски на печатной форме, мкм.

5. Коэффициент подачи краски. В машинах высокой и офсетной печати чаще всего используются три или четыре накатных валика, которые в соответствии с выполняемыми ими функциями могут быть разделены на две группы (рис. 4.8).

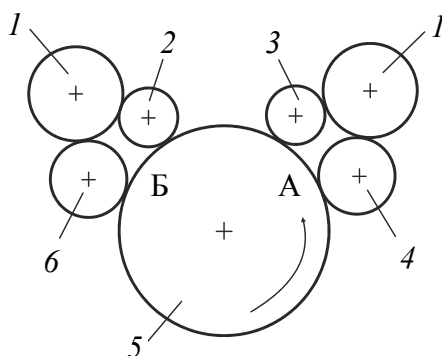


Рис. 4.8. Накатная группа красочного аппарата:
 1 — раскатной цилиндр; 2, 6 — краскоразравнивающие валики;
 3, 4 — краскоподающие валики; 5 — формный цилиндр

Накатные валики 3 и 4 первыми входят в контакт с печатной формой при вращении формного цилиндра 5 и образуют краскоподающую группу А, наносящую на печатную форму основное количество краски. Группа валиков 2 и 6 образует краскоразравнивающую группу Б. Эти валики, также подавая на форму некоторое (но меньшее, чем валики группы А) количество краски, одновременно раскатывают ее по поверхности печатной формы равномерным слоем требуемой толщины, заполняя впадины и «срезая» выступы, находившиеся в пределах слоя краски, нанесенного на форму валиками группы А.

Отношение количества краски, поступившего на форму от накатных валиков группы А, ко всему количеству краски, переданному на форму за один цикл (включая и краску, поступившую на форму от валиков группы Б), называется коэффициентом подачи краски:

$$R = \frac{q_{\phi \text{ А}}}{q_{\phi \text{ А}} + q_{\phi \text{ Б}}} \cdot 100\%, \quad (4.8)$$

где $q_{\phi \text{ А}}$, $q_{\phi \text{ Б}}$ — соответственно количество краски, подаваемое на форму валиками группы А и Б, г.

4.5. ЯВЛЕНИЯ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВАЛИКОВ НАКАТНОЙ ГРУППЫ КРАСОЧНОГО АППАРАТА И ПЕЧАТНОЙ ФОРМЫ

Результаты прямых измерений толщины красочного слоя на форме в условиях реального печатного процесса позволили экспериментально подтвердить положения, касающиеся непостоянства толщины слоя, а также выявить влияние, оказываемое рассмотренными факторами на процесс наката краски [1].

Если коэффициент использования окружности формного цилиндра $L = 100\%$, т. е. печатная форма занимает всю поверхность цилиндра, то влияние непечатающих участков на равномерность наката краски будет практически исключено и величина амплитуды и шага толщины слоя краски на форме становится минимальной. Однако в реальных условиях $L < 100\%$, и значения показателей неравномерности слоя краски на форме отличаются от 0.

Рассмотрим зависимости амплитуды и шага толщины слоя краски на форме от коэффициента использования окружности формного цилиндра (рис. 4.9).

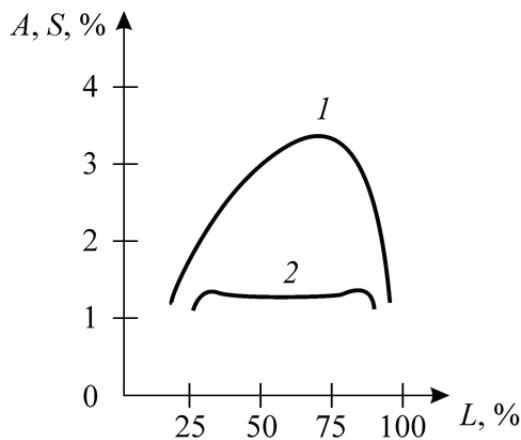


Рис. 4.9. Зависимость амплитуды и шага толщины слоя краски на форме от коэффициента использования окружности формного цилиндра:
1 — амплитуда толщины; 2 — шаг толщины

Из графика следует, что наиболее чувствительной к наличию непечатающих элементов формы оказывается амплитуда толщины слоя краски на форме, характеризующая распределение краски в масштабах полного оборота формного цилиндра, которая достигает максимума при 60–70%-ном значении L . Шаг толщины слоя краски на форме, характе-

ризирующий колебание толщины слоя краски в границах одного оборота накатного валика, оказывается при изменении L более стабильным, отклоняясь лишь при минимальных и максимальных значениях L .

Рассмотрим влияние коэффициента переноса между валиками и цилиндрами раскатной группы красочного аппарата на амплитуду и шаг толщины слоя краски на форме (рис. 4.10). Обозначим коэффициент переноса краски с цилиндра на валик $K_{пер}^{ц-в}$, а с валика на цилиндр $K_{пер}^{в-ц}$.

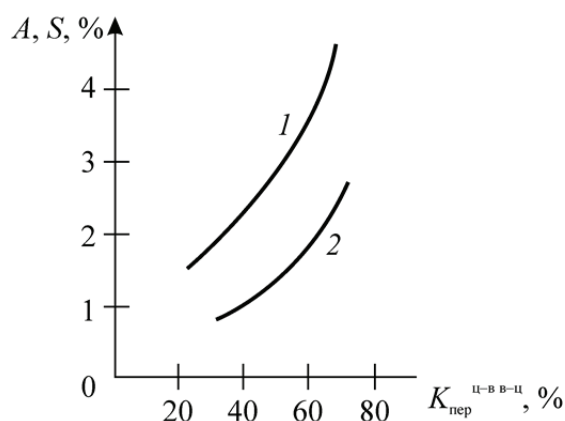


Рис. 4.10. Зависимость амплитуды и шага толщины слоя краски на форме от коэффициента переноса краски между валиками и цилиндрами раскатной группы:
1 — амплитуда толщины; 2 — шаг толщины

Анализ кривых 1 и 2 показывает, что и амплитуда, и шаг толщины слоя краски на форме уменьшаются с уменьшением коэффициента переноса.

Рассмотрим зависимость амплитуды и шага толщины слоя краски на форме от коэффициента переноса краски с накатного валика на формный цилиндр (рис. 4.11).

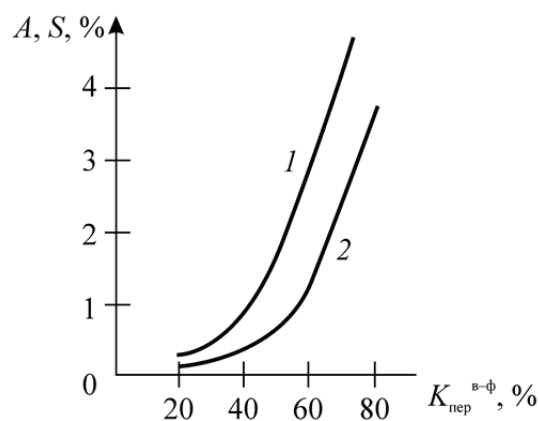


Рис. 4.11. Зависимость амплитуды и шага толщины слоя краски на форме от коэффициента переноса краски с накатного валика на печатную форму:
1 — амплитуда толщины; 2 — шаг толщины

Данная зависимость характеризуется более высокими величинами колебаний толщины слоя краски на форме и более резким увеличением этой неравномерности при значениях коэффициента переноса свыше 50%, т. е. тогда, когда на форму переходит более половины количества краски, находящейся на накатном валике. Это значит, что появление на оттиске таких искажений, как нерегулярные изменения плотности, более вероятно при печатании со сплошных или высоколинейатурных растровых форм, воспринимающих с накатных валиков больше краски, чем с текстовых или смешанных форм, содержащих иллюстрации невысокой линейатуры.

Рассмотрим влияние коэффициента подачи краски на амплитуду и шаг толщины слоя краски на форме (рис. 4.12).

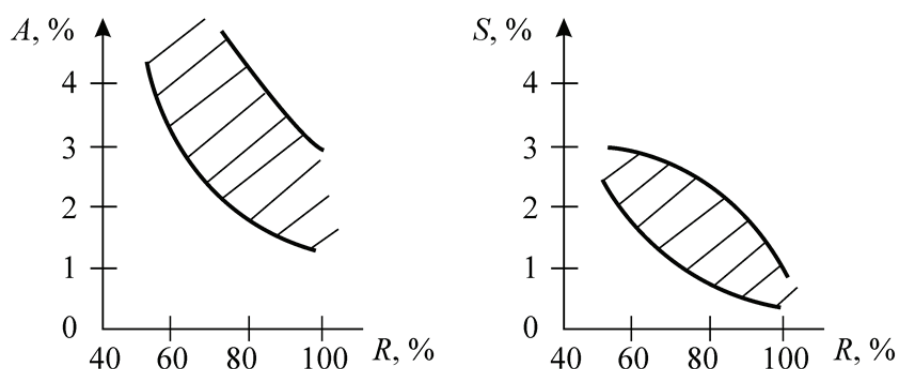


Рис. 4.12. Зависимость амплитуды и шага толщины слоя краски на форме от коэффициента подачи краски

Широкие заштрихованные области на графиках говорят о том, что при одинаковых величинах коэффициента подачи R значения амплитуды и шага толщины слоя краски для печатных машин разных моделей различны. Это определяется не только конструкцией красочного аппарата и числом накатных валиков, но и количеством накатываемой на форму краски, материалом формы, скоростью наката и др. В общем, при увеличении доли краски, подаваемой на форму валиками группы А, оба показателя проявляют тенденцию к снижению и тем самым к увеличению равномерности наката краски.

В красочном аппарате многозвенного многовалкового типа краска перемещается по различным траекториям. Среди них можно выделить направление движения основного потока — такую траекторию перемещения краски в красочном аппарате, по которой обеспечивается подача на печатную форму наибольшего количества краски. Экспериментально было установлено, что более равномерное распределение краски по толщине на печатной форме достигается тогда, когда ос-

новой поток краски проходит через краскоподающую группу накатных валиков красочного аппарата, т. е. когда коэффициент подачи краски R имеет достаточно большую величину. С этой точки зрения более предпочтительными являются красочные аппараты с развитой краскоподающей группой.

Также были проведены сравнительные исследования равномерности наката краски на форму при условии непрерывной и периодической подачи ее в раскатную группу красочного аппарата. При этом прерывистая подача краски сопровождается образованием на передаточном валике утолщенной полосы краски, тогда как при непрерывной подаче толщина слоя краски по окружности передаточного валика остается неизменной.

Одной из причин, которая существенно может ухудшить качество раската и наката краски и качество продукции, является местный рельеф слоя краски, образующийся на накатных валиках и являющийся результатом отбора краски только печатающими элементами форм офсетной печати. Для ликвидации данного дефекта можно каждый накатной валик (или некоторые из них) ввести во взаимодействие с одним или несколькими дополнительными цилиндрами и валиками, не связанными с транспортировкой краски.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАСОЧНЫХ АППАРАТОВ МАШИН ГЛУБОКОЙ И ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УПАКОВКИ И ТАРЫ

Лекция 5

Лекция посвящена изучению технологических особенностей конструкции красочных аппаратов машин глубокой и флексографской печати. Рассматриваются факторы, оказывающие воздействие на ракедь при снятии им краски с пробельных элементов форм глубокой печати. Приводятся схемы переноса краски в машинах флексографской печати. Рассматриваются характеристики и устройство анилоксовых валов, технологии их изготовления.

5.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ КРАСОЧНЫХ АППАРАТОВ МАШИН ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ

Красочные аппараты машин глубокой печати работают с маловязкими красками и именно поэтому принципиально отличаются по своей конструкции от красочных аппаратов машин высокой и офсетной печати.

Основу связующего красок глубокой печати составляет раствор тонкодиспергированной смолы натурального или искусственного происхождения в летучем органическом растворителе. Образуя при высыхании твердую пленку, смола удерживает пигмент на поверхности запечатываемого материала, а летучий растворитель, испаряясь, ускоряет пленкообразование. Растворители, используемые в составе красок глубокой печати, играют важнейшую роль в печатном процессе (включая закрепление краски на оттиске) и, соответственно, в обеспечении надлежащего уровня качества печатной продукции [1].

В отличие от красок высокой и офсетной печати, которые характеризуются довольно широким кругом реологических параметров, а также способностью к образованию тиксотропной структуры, печатно-

технические свойства красок глубокой печати могут достаточно полно характеризоваться их вязкостью.

Жидкотекучесть красок глубокой печати позволяет отказаться от громоздких групп раската и наката краски. Тем не менее красочные аппараты машин глубокой печати представляют собой сложные системы, правильная настройка и регулировка которых имеет большое значение в обеспечении высокопроизводительной работы печатных машин.

В машинах глубокой печати краска при нанесении должна заполнять растровые ячейки печатной формы. Простейший способ нанесения краски на формный цилиндр глубокой печати — его погружение в заполненный краской ящик и вращение в нем. С пробельных элементов краска снимается стальным ножом — ракелем и затем попадает обратно в красочный ящик.

Схема печатного аппарата машин глубокой печати приведена на рис. 5.1 [1].

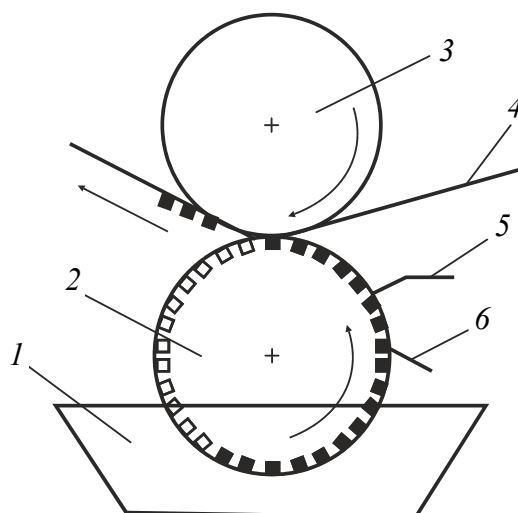


Рис. 5.1. Схема печатного аппарата машины глубокой печати:

- 1 — красочный ящик; 2 — формный цилиндр;
- 3 — печатный цилиндр;
- 4 — запечатываемый материал;
- 5 — крутой ракель; 6 — опорный ракель

Постоянно возрастающие скорости печатных машин (а именно глубокой печати принадлежит наивысший показатель скорости перемещения бумажного полотна в печатной машине — 17 м/с) делают использование красочных систем данного типа практически невозможным, поскольку интенсивно образующиеся в этих условиях воздушные пузыри и пена препятствуют нормальному нанесению краски на формный цилиндр.

В современных машинах глубокой печати краска подается на форму бесконтактной принудительно-циркуляционной системой питания. Одним из критериев технологичности системы нанесения краски в современных машинах глубокой печати является длительность простоя при замене краски, связанная с переходом на другие виды продукции или запечатываемого материала. Поэтому системы нанесения краски для многосекционных машин глубокой печати часто изготавливают в виде вставных агрегатов, которые могут подготавливаться к печатанию вне машины и устанавливаться затем в любую печатную секцию.

Одним из наиболее важных с технологической точки зрения элементов красочных аппаратов машин глубокой печати является ракель, качество подготовки и работы которого в немалой степени определяет результат печатного процесса.

Ракель — гибкая стальная пластина шириной 60–80 мм и толщиной 0,15–0,20 мм, размещающаяся на специальной опоре, которая имеет в современных печатных машинах довольно сложную многоэлементную конструкцию и обеспечивает точную установку ракеля по отношению к печатной форме.

Воздействие на ракель при снятии им краски с пробельных элементов формы складывается из двух основных компонентов: гидродинамического давления краски, возникающего в клиновом зазоре между ракелем и поверхностью формы, и усилия прижима. Наиболее сильно на величину гидродинамического давления влияют скорость печатания и угол, образуемый рабочей плоскостью ракеля с касательной к поверхности формного цилиндра в направлении его вращения и называемый углом установки ракеля. Обнаружено, что при увеличении скорости печати в 2 раза гидродинамическая нагрузка, действующая на ракель, возрастает в 3–4 раза, а увеличение в 2 раза величины угла установки ракеля приводит к уменьшению гидродинамического давления в 5–6 раз. Отсюда следует, что при повышении скорости печати поддержать величину гидродинамического давления можно увеличением угла установки ракеля.

Усилие прижима — это усилие, с которым ракель должен прижиматься к поверхности формного цилиндра, чтобы, во-первых, противостоять воздействию гидродинамического давления и, во-вторых, компенсировать неточности геометрической формы и биение цилиндра при вращении. При изменении усилия или равномерности прижима ракеля меняется количество краски, переносимой на запечатываемый материал, что может существенно сказаться на графической, градационной и цветовой характеристиках оттиска. Главным фактором, влияющим на величину усилия прижима, является угол установки ра-

келя, с увеличением которого усиливается прогиб ракеля и, соответственно, возрастает усилие прижима.

Оптимальным углом установки ракеля следует считать такой, который обеспечивает приемлемое по величине усилие прижима при относительно небольшом гидродинамическом давлении. Для высокоскоростных машин глубокой печати оптимальным является вариант с использованием так называемого крутого ракеля, устанавливаемого под углом $70\text{--}80^\circ$ к касательной, проведенной через точку контакта. Он работает совместно с опорным ракелем, устанавливаемым под углом $45\text{--}55^\circ$. Крутой ракедь должен обладать повышенной упругостью, поэтому толщина его должна быть меньше ($0,07\text{--}0,16$ мм). Иногда работают с обратным ракелем, угол установки которого (в направлении вращения формного цилиндра) превышает 90° , т. е. рабочая плоскость которого ориентирована противоположно направлению вращения формного цилиндра.

Одним из важнейших дополнительных элементов красочной системы современных машин глубокой печати являются регуляторы вязкости краски, которые бывают электромеханического и электронного типа. Электромеханические регуляторы фиксируют изменение скорости течения краски, наступающее при изменении ее вязкости, и подают команду исполнительному блоку, действующему на вентиль, открывающий (или закрывающий) подачу растворителя. Регуляторы данного типа дешевле электронных, но характеризуются рядом недостатков, важнейшими из которых являются их невысокая точность и чувствительность к загрязнению краски и подсыханию ее при длительных остановках машины.

5.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ КРАСОЧНЫХ АППАРАТОВ МАШИН ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ

Согласно наиболее распространенной классификации, современные флексографские краски разделяются на четыре группы: спиртовые, водные, полиамидные, акриловые. Связующее данных красок состоит из синтетических или природных смол, растворенных в растворителе (спирте, воде или спиртоуглеводородной смеси), и, соответственно, придает краскам необходимую вязкость, управляет скоростью их закрепления. Обычным компонентом красок флексографской печати является пластификатор, который размягчает смолы, изменяя их твердость и хрупкость. При этом между пластификаторами и смолами происходит химическое взаимодействие, приводящее к тому, что после

испарения растворителя пластификаторы остаются в слое краски в качестве его постоянной части. К другим добавкам, модифицирующим жидкую часть краски и придающим ей характерные свойства, относятся полиэтиленовый воск (повышающий сопротивление красочного слоя смазыванию и истиранию), матирующие агенты (обеспечивающие ровную матовую поверхность красочного покрытия) и пеногасители.

Дукторный вал вращается в красочном резервуаре и подает краску на передаточный валик, который переносит ее на печатную форму. Обычно поверхность дукторного вала покрывается резиной или другим эластичным материалом. Для этой цели часто применяют натуральные или синтетические каучуки. Дукторный вал должен иметь ровную поверхность. Глубина погружения вала в краску составляет 11–13 мм.

Наиболее важное технологическое значение имеют [1]:

- твердость покрытия дукторного вала. Дукторный вал, облицованный более мягким покрытием, передает при прочих равных условиях большее количество краски из-за увеличения площади его контакта с передаточным валиком в зоне краскопереноса;

- скорость вращения дукторного вала. Чтобы предотвратить выброс краски из зоны дукторного вала и передаточного валика, а также для более равномерного распределения ее на стадии передачи целесообразно существенно (как минимум в 3 раза) уменьшить скорость вращения дукторного вала по сравнению с передаточным валиком;

- величина усилия прижима дукторного вала к передаточному валику. Для обеспечения равномерной и достаточной передачи краски в красочном аппарате требуется тщательная регулировка расстояния между передаточным валиком и дукторным валом. Поэтому многие машины флексографской печати оснащены гидравлическими или пневматическими системами прижима, а также приборами для индикации и измерения давления.

Передаточный валик — металлический, с гладкой хромированной или рифленой поверхностью в зависимости от необходимого количества краски, передаваемой на печатную форму. Хорошо отполированные гладкие валики обычно наносят на форму достаточно равномерные, но тонкие красочные слои. Это — один из наиболее важных элементов печатной секции, качество изготовления и функционирование которого в значительной мере определяют качество оттиска. В красочных аппаратах флексографских машин, как и в красочных аппаратах машин высокой и офсетной печати, контактируют друг с другом только разнородные поверхности, поэтому при облицовке передаточного валика эластичным слоем дукторный вал должен быть обязательно металлическим (преимущественно с рифленой поверхностью).

Анилоксовый валик — это металлический цилиндр, для изготовления которого могут быть использованы два материала: хромистая сталь и медь. В последние годы изготавливают анилоксовые валики из керамики — твердого гидрофильного материала, позволяющего использовать водные флексографские краски.

Значимым технологическим фактором с точки зрения полноты переноса краски является форма образующихся растровых ячеек. Основания ячеек в большинстве случаев имеют форму квадрата, стороны которого располагают под углом 45° к развертке окружности валика. Валики с ячейками в форме обычной пирамиды характеризуются только 50%-ной отдачей краски и быстрым износом, что делает невозможным применение их в ракульных красочных аппаратах. Более целесообразным оказалось использование анилоксовых валиков с ячейками, имеющими формы усеченной пирамиды, полусферы, а также треугольной и прямоугольной призм. Во всех этих случаях краска переносится почти полностью.

В зависимости от размещения и, соответственно, функции анилоксового валика в современных флексографских машинах различаются три способа нанесения краски на печатную форму [1]:

1) косвенный способ переноса краски (рис. 5.2, *a*), который характеризуется тем, что краска с дукторного вала, погруженного в красочный резервуар, переносится на анилоксовый валик (вращающийся с более высокой скоростью), а затем через два накатных валика подается на печатную форму. Данная конструкция предназначена для использования красок на основе маслорастворимых смол (содержащих до 25% эмульгированной воды) с водовывываемых фотополимерных форм, что полностью исключает применение красок на водной основе;

2) прямой способ переноса краски (рис. 5.2, *б*). В этом способе анилоксовый валик, погруженный в красочный резервуар, после снятия избытка краски с его поверхности с помощью обратного ракуля непосредственно накатывает краску на печатную форму. В данном случае рекомендуется использовать высокоэластичные щелоче- или спиртовывываемые фотополимерные формы, обеспечивающие достаточно полный вывод краски из ячеек жесткого анилоксового валика, и флексографские краски на водной основе;

3) полукосвенный способ переноса краски иллюстрируется двухвалковыми красочными аппаратами. В красочном аппарате (рис. 5.2, *в*) использован способ прямого нанесения краски на анилоксовый валик, погруженный в красочный резервуар, и косвенного переноса ее на форму через накатной валик с эластичной облицовкой. Существует

еще один вариант полукосвенного способа нанесения краски: косвенный перенос краски на анилоксовый валик и прямой перенос, т. е. непосредственно с анилоксового валика краска передается на печатную форму. Данный вариант переноса реализуется в упрощенном двухвалковом красочном аппарате безракульного типа (рис. 5.2, *з*).

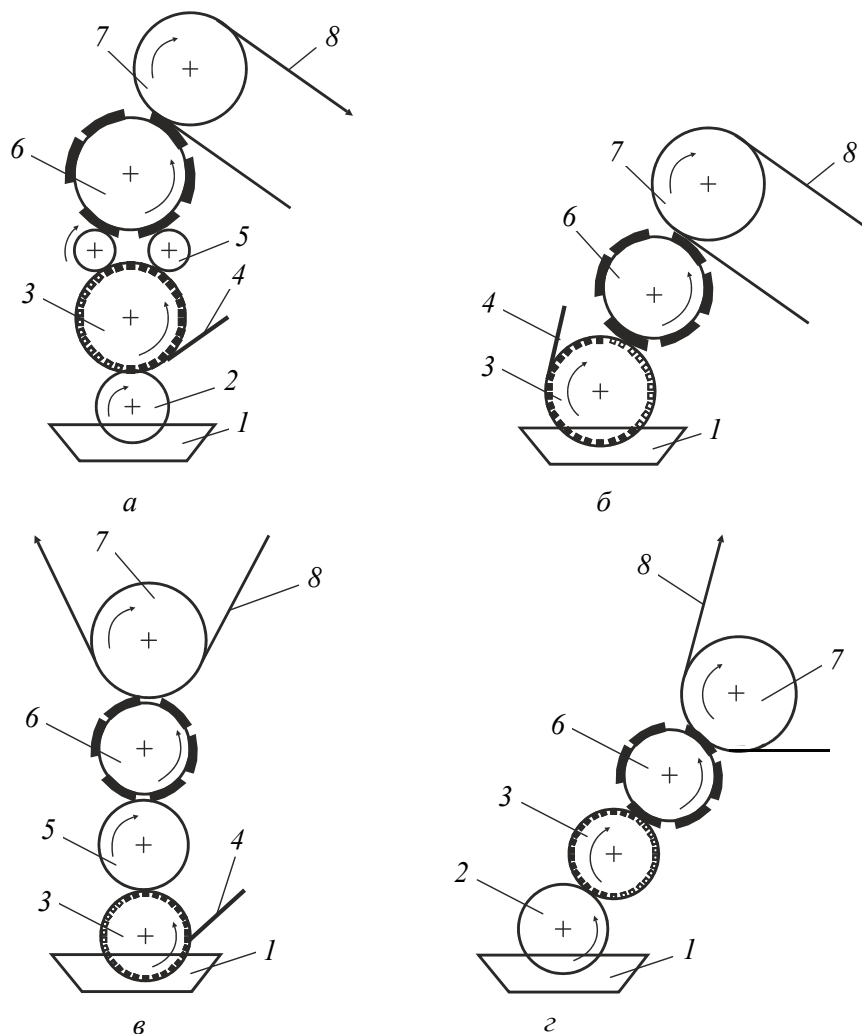


Рис. 5.2. Типовые схемы красочных аппаратов машин флексографской печати:

- а* — косвенный способ переноса краски; *б* — прямой способ;
в — полукосвенный ракельный способ; *з* — полукосвенный безракульный способ;
1 — красочный ящик; *2* — дукторный вал; *3* — анилоксовый валик;
4 — ракель; *5* — накатные валики; *6* — формный цилиндр;
7 — печатный цилиндр; *8* — запечатываемый материал

В современных красочных аппаратах флексографских машин используются два способа дозирования переноса краски на печатную форму: безракульный способ и удаление избытка краски с помощью ракеля. В безракульном способе дозирование обеспечивается разно-

стью скоростей вращения дукторного вала и анилоксового валика. Вращаясь со скоростью формного и печатного цилиндров, анилоксовый валик обгоняет дукторный вал, вращающийся с постоянной скоростью, и в результате этого как бы «вытирает» краску, находящуюся в пределах полосы контакта его с дукторным валом.

Эффект, обусловливаемый разностью скоростей дукторного вала и анилоксового валика, способствует также повышению равномерности наносимого красочного слоя и уменьшению явления разбрызгивания краски при высоких (150 м/мин и выше) скоростях печатания.

Применение ракеля обеспечивает более точное дозирование краски. Возможны три варианта обычной установки ракеля: плоская — под углом 25° к касательной, проходящей через точку контакта, нормальная ($45\text{--}65^\circ$) и вертикальная (80°). Величина обратного угла установки составляет обычно $140\text{--}150^\circ$.

5.3. АНИЛОКСОВЫЕ ВАЛЫ. ХАРАКТЕРИСТИКИ И УСТРОЙСТВО АНИЛОКСОВЫХ РАСТРИРОВАННЫХ ВАЛОВ

Важным элементом красочного аппарата флексографской печатной машины является анилоксовый растрированный вал, который должен иметь строго определенные размеры. Анилоксовый вал представляет собой металлический или металлокерамический цилиндр, вся боковая поверхность которого равномерно покрыта одинаковыми углубленными ячейками.

В настоящее время используются несколько способов создания растровых ячеек на поверхности анилоксового вала:

- 1) молетирование, при котором на поверхности вала под большим давлением одновременно накатывается много ячеек;
- 2) гравирование, когда каждая растровая ячейка гравировается отдельно с помощью алмазной головки;
- 3) химическое травление.

Если при подаче краски ее количество соответствует объему всех ячеек, т. е. краска будет находиться только в углублениях, то на печатную форму будет подано точно определенное количество краски, одинаковое на все печатающие элементы.

Поскольку в реальных условиях могут воспроизводиться самые разнообразные изображения, а для печатания могут быть использованы различные материалы, то возникает необходимость в применении анилоксовых валов с различными характеристиками и различной краскостойкостью.

Количество подаваемой анилоксомым валом краски определяется формой, величиной и количеством ячеек на единицу поверхности вала. Ячейки могут иметь различную форму, например пирамиды, усеченной пирамиды, полусферы и др. Гравированные ячейки могут быть расположены под углом 45 и 60° по отношению к образующей, что необходимо учитывать для предотвращения образования на оттисках муара.

Параметрами анилоксомого вала являются:

- 1) линиатура (линий/см или линий/дюйм);
- 2) шаг (мкм);
- 3) ширина ячейки (мкм);
- 4) ширина перемычки (мкм);
- 5) глубина ячейки (мкм).

Количество выгравированных ячеек на 1 см/дюйм анилоксомого вала определяется объемом краски, необходимым для получения плашки заданной плотности. Как правило, чем больше объем краски, тем ниже линиатура растра.

С появлением технологии лазерного гравирования анилоксов для триадной печати по невпитывающим материалам использовали линиатуры 200–240 лин./см. Однако триадные краски были ненасыщенными, а лазеры не воспроизводили более высокие линиатуры с объемом ячейки, достаточным для нужной цветовой плотности. Мелкие точки в высоких светах на форме «тонули» в ячейках анилоксомого вала, увеличивая растискивание; воспроизводить тонкие растровые элементы с печатных форм высокой линиатуры было сложно.

С появлением усовершенствованных красочных систем и новых лазеров линиатура керамических анилоксов выросла до 500 лин./см, что обеспечивает печать с заданной цветовой плотностью. Теоретически возможны линиатуры более 1000 лин./см, хотя на практике 500 лин./см — верхний предел, но даже при достаточной насыщенности краски возникают вопросы цены и эксплуатации анилокса. Время гравирования напрямую определяется количеством ячеек, поэтому вал с линиатурой 1000 лин./см будет изготавливаться в 4 раза дольше, чем вал 500 лин./см, что скажется на цене.

При лазерном гравировании угол поворота растра может быть любым, но для анилоксомых цилиндров всех производителей это 45, 30 и 60°.

Ранее угол растра на анилоксах для традиционных видов печати составлял 45°. Дабы избежать наложения с черной краской, углы для флексографии сместили на 7,5°. С углами поворота в 30 и 60° количество ячеек анилоксомого вала увеличивается на 15% по сравнению с 45° при одинаковом размере ячеек. Результат — равномерное нанесение

красочной пленки. Кроме того, соприкасаются только три ячейки, а не четыре, как при 45° , — между ними меньше керамики, влияющей на нанесение краски. И стандартом стала шестиугольная ячейка с углом наклона раstra 60° .

При флексографском способе печати всегда было сложно воспроизводить векторные и растровые изображения с одной формы, особенно при наличии плашек высокой плотности. Проблема актуальна в первую очередь при выпуске запечатываемой гофрокартонной продукции, а также там, где на впитывающие материалы для достижения требуемой плотности переносятся большие объемы краски, а менять анилоксовые валы не рекомендуется.

Данная задача была решена за счет использования технологии Laser Two Tone (LTT), удваивающей количество ячеек на анилоксовом цилиндре при сохранении стандартного объема. Эффект достигается чередованием больших и малых ячеек под углом $30\text{--}60^\circ$. Конфигурация обеспечивает более равномерное нанесение краски и предотвращает точечные дефекты.

Важным параметром вала также является отношение объема ячеек к площади вала — краскостойкость, или теоретический объем, т. е. даже при одинаковой линиатуре объем ячеек может быть различным.

В реальных условиях не вся краска переходит из ячеек анилоксового вала, а лишь $40\text{--}60\%$ (при выборе анилоксового вала следует учитывать это обстоятельство). Выбирая анилоксовый вал, взаимосвязывают его характеристики с характеристиками печатной формы, со свойствами печатных красок и запечатываемого материала, параметрами печатного процесса.

Анилоксовый вал в процессе печатания прижимается к печатной форме с определенным давлением, что позволяет переходить краске на форму. Печатная форма и ее элементы не должны проникать и вдавливаться в ячейки анилоксового вала. Поэтому линиатура воспроизводимого на печатной форме изображения должна быть меньше линиатуры анилоксового вала в $5\text{--}8$ раз. Это зависит от величины минимальной растровой точки в высоких светах на печатной форме.

В настоящее время применяются стандартные анилоксовые валы с шестигранной формой ячеек либо используется новая форма гравировки в виде открытых волнообразных каналов. Новые анилоксовые валы называют GTT по технологии их изготовления — Genetic Transfer Technology (технология генетического переноса).

Анилоксовые валы GTT изготавливаются в 5 вариантах:

- 1) XL — для плашки 100% ;
- 2) L — для комбинации плашек и раstra;

- 3) M — для среднего диапазона;
- 4) S — в основном для растровых работ;
- 5) XS — для высококачественной триадной печати.

Сравнение свойств краски при очистке анилоксовых валов ракелем:

1) в стандартном анилоксе замкнутая ячеистая структура способствует вспениванию краски под действием ракеля. При переносе на печатную форму краска может разбрызгиваться. Вспененная краска и множество стенок между ячейками снижают качество краскопереноса. При контакте анилокса с печатной формой часть краски остается в ячейках и попадает за пределы растровой точки;

2) на поверхности ГТТ краска свободно и беспрепятственно течет по неглубоким каналам в направлении движения ракеля. Перенос на печатную форму происходит без вспенивания. Открытая форма гравировки ГТТ способствует точному и равномерному краскопереносу. Неглубокие извилистые каналы, тонкие стенки ячеек и отсутствие вспенивания краски обеспечивают необходимую толщину и объем краскопереноса.

Преимущества ГТТ технологии:

1. При увеличении скорости работы оптическая плотность цвета остается стабильной.

2. Улучшается укрывистость / оптическая плотность белого цвета и сплошных заливок, уменьшаются или исчезают точечные проколы и пятнистость.

3. Обеспечивается более четкая печать выворотки и тонкого шрифта.

4. Уменьшается или полностью устраняется «двоение» изображения.

5. Становится меньше муар, вызванный неправильным выбором угла гравировки ячеек анилоксов.

6. Благодаря свойствам самоочистки керамические анилоксовые валы ГТТ гораздо проще содержать в чистоте.

7. Анилоксовый вал ГТТ заменяет несколько растровых валов разной линиатуры.

8. Увеличена долговечность печатных форм. Поскольку в работе анилоксовых валов ГТТ требуется пониженное давление печатной формы, она изнашивается меньше и служит дольше.

9. Обеспечивается более качественный краскоперенос на печатную форму при снижении расхода краски (экономия до 60–70%).

10. Глубина ячеек анилоксовых валов ГТТ на 40–60% меньше, чем у ячеек стандартных валов. Для получения необходимой насыщенности цвета используются более «жидкие» краски. Поскольку краска не вспенивается, краскоперенос получается гораздо более плотным.

11. Наблюдается экономия растворителя (до 40%).

12. Уменьшается износ ракельного ножа.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧАТНОМ ПРОЦЕССЕ

Лекция 6

В лекции рассматриваются технологические функции давления в печатном процессе, а также основные требования, предъявляемые к давлению печати. Приводится основная диаграмма печатного процесса, а также определяется допустимый интервал давления. Изучаются способы создания давления в печатных машинах, а также особенности развития деформаций в условиях реального печатного процесса.

6.1. ОСНОВНАЯ ДИАГРАММА ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ. ПОНЯТИЕ О ДОПУСТИМОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ

Поскольку печатный процесс сводится к передаче краски с формы на бумагу, а давление служит средством обеспечения этой передачи, важно рассмотреть зависимость количества краски, передаваемой формой, от давления печатания. Впервые такая зависимость (основная диаграмма печатного процесса) была построена для высокой печати П. А. Попрядухиным [1–3]. Данная диаграмма была получена по оттискам, отпечатанным с формы-плашки.

Переход краски с формы на бумагу зависит не только от давления, но и от ряда других факторов:

- типа печатной формы;
- толщины слоя краски на форме;
- времени контакта бумаги с краской при получении оттиска;
- состояния поверхности бумаги (шероховатости);
- влажности бумаги;
- печатно-технических свойств краски (главным образом вязкости);
- климатических условий помещения (температуры, влажности).

При оценке влияния только одного фактора — давления на переход краски необходимо, чтобы:

- 1) толщина слоя краски на форме была постоянной;
- 2) время контакта бумаги с краской было одинаковым;
- 3) температура и влажность помещения были неизменными;
- 4) бумага и краска были определенного вида.

По оси абсцисс на диаграмме (рис. 6.1) отложено давление p (Па), по оси ординат — количество краски $q_{\text{отт}}$, переданной с формы на 1 см^2 запечатываемой бумаги. С помощью диаграммы необходимо определить минимальную величину давления, обеспечивающую максимальный переход краски с формы на бумагу [3].

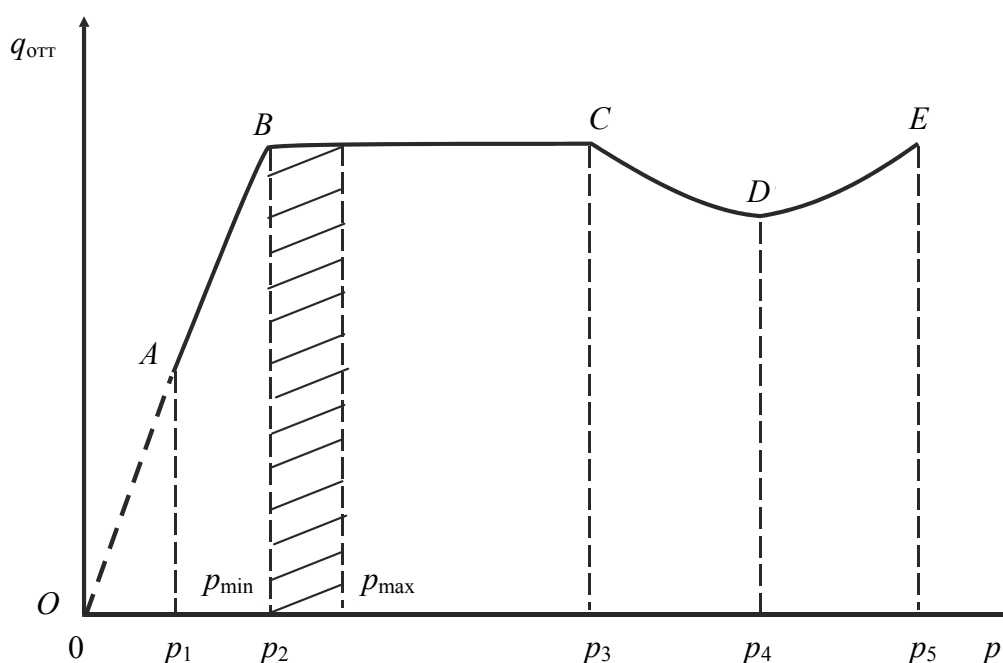


Рис. 6.1. Основная диаграмма печатного процесса

На участке диаграммы OA , полученном при давлении $0-p_1$, количество краски, переданной на бумагу, носит случайный характер, так как давления на этом участке недостаточно для обеспечения полного контакта бумаги с краской.

На участке AB , которому соответствует давление в пределах p_1-p_2 , с увеличением давления возрастает количество краски, переходящей на бумагу. Оттиски, полученные в пределах давлений p_1-p_2 , имеют различную толщину слоя краски, а следовательно, и различную оптическую плотность. Данный участок давлений нельзя считать рабочим, так как любое изменение величины давления на этом участке ведет к изменению оптических свойств оттиска.

На участке BC , полученном в пределах давлений p_2-p_3 , обеспечивается максимальный переход краски на бумагу, и при этом количество краски на оттисках практически остается неизменным, хотя величина давления изменяется в довольно широких пределах. Оттиски, полученные в этом диапазоне давлений, имеют одинаковую оптическую плотность, поэтому величины давлений в пределах p_2-p_3 могут считаться рабочими.

На участке CD , полученном при давлениях p_3-p_4 , количество краски, переходящей с формы на бумагу, уменьшается с увеличением давления. Это объясняется тем, что в результате избытка давления краска выдавливается за края печатающих элементов на их боковые грани, следовательно, сокращается ее количество на печатающих элементах и вместе с этим уменьшается ее переход на бумагу. Оттиски, полученные на участке давлений p_3-p_4 , имеют большой оборотный рельеф, недостаточную и неодинаковую оптическую плотность. Величины давлений в пределах p_3-p_4 нельзя считать рабочими.

На участке диаграммы DE , которому соответствуют величины давлений p_4-p_5 , количество краски, перешедшей с формы на бумагу, вновь увеличивается с возрастанием давления. Это объясняется тем, что при таких больших величинах давления печатающие элементы вдавливаются в бумагу, она прижимается к их боковым граням и снимает выдавившуюся на них краску. В диапазоне давлений p_4-p_5 оттиски имеют очень большой оборотный рельеф, достаточно высокую оптическую плотность и отличаются значительными графическими искажениями элементов изображения. Величины давлений на участке p_4-p_5 также нельзя считать рабочими.

Таким образом, из диаграммы видно, что рабочими давлениями могут считаться давления в пределах p_2-p_3 . Однако, чем выше давление (ближе к точке p_3), тем больше будет оборотный рельеф на оттисках, быстрее будет наступать износ печатной формы, труднее режим работы печатной машины. Иными словами, если давление печатания, соответствующее величине его в точке p_2 , является достаточным, обеспечивающим необходимое количество краски на оттиске, то нет необходимости увеличивать его значение до величины p_3 .

Однако в реальном процессе нельзя обеспечить абсолютное постоянство величины давления при печатании. Поэтому нужно найти некоторый интервал, или разброс, допустимых минимальных значений величины давления, при котором обеспечивается максимальная передача краски с формы на бумагу. В этом интервале давлений оттиски будут иметь максимальную и практически одинаковую оптическую плотность при допустимой величине оборотного рельефа.

Чтобы определить этот интервал давления, необходимо рассмотреть график зависимости коэффициента поглощения оттисков $K_{\text{погл}}$ от величины давления. Значение $K_{\text{погл}}$ получают с тех же оттисков, отпечатанных с формы-плашки в рассматриваемом диапазоне давлений.

Точку перегиба A кривой (рис. 6.2) переносят на ось ординат и получают точку A_1 . Принимая допустимым отклонение от номинального значения плотности $\pm 3\%$, откладывают эти величины от точки A_1 и получают точки B_1 и C_1 . Далее эти точки переносят на кривую и получают точки B и C . Проекция этих точек на ось абсцисс определит интервал давлений $p_{\text{min}}-p_{\text{max}}$, который затем переносят на основную диаграмму печатного процесса [1–3].

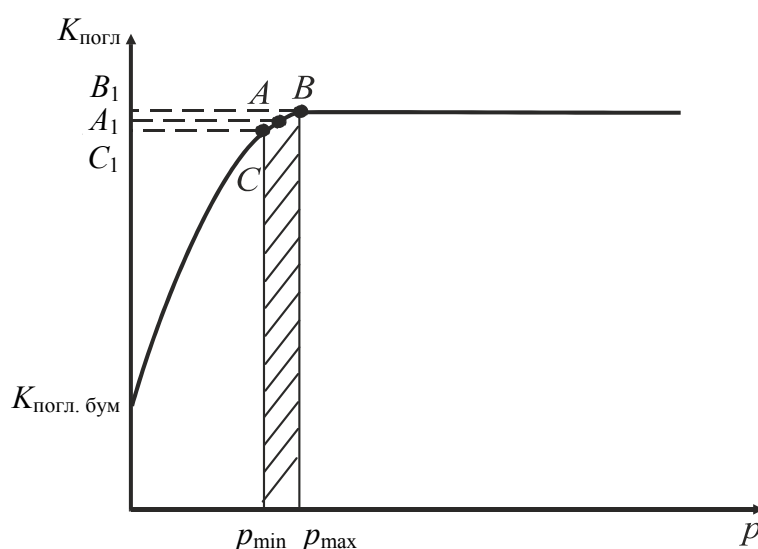


Рис. 6.2. Зависимость коэффициента поглощения оттиска от величины давления

Таким образом, получен интервал, или разброс, давления печатания $p_{\text{min}}-p_{\text{max}}$, в пределах которого обеспечивается необходимая передача краски с формы на запечатываемый материал и оптическая плотность изображения.

Диаграмма зависимости количества краски на оттиске от давления для офсетной и глубокой печати имеет тот же характер, что и для высокой, за исключением того, что на ней нет ярко выраженных участков CD и DE , поскольку в данных способах печати отсутствует вдавливание печатающих элементов в бумагу. Начиная от точки B диаграмма представляет собой прямую линию, практически параллельную оси абсцисс. Это говорит о том, что при изменении величины давления в широких пределах возможно лишь незначительное увеличение количества краски на оттисках.

6.2. ДЕКЕЛЬ И ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ ДЕКЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. СТРУКТУРА ДЕКЕЛЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА

Назначение декеля состоит в создании легко регулируемого по величине давления печатания. Упруговязкому декелю присуща также способность частично компенсировать разброс давления, вызываемый неточностью изготовления и недостаточной жесткостью печатного аппарата и отклонениями от номинальных значений толщины печатной формы и декеля.

В отличие от твердых тел, которым свойственна большая прочность при очень малых величинах обратимых деформаций, и в отличие от жидкостей, для которых характерна способность к неограниченным деформациям при отсутствии ощутимой прочности, высокополимерные материалы обладают достаточной прочностью при довольно больших величинах обратимых (высокоэластических) деформаций [1].

С точки зрения молекулярного строения высокополимерные материалы — это вещества, состоящие из очень больших линейных или разветвленных молекул, образованных из многих химических групп (звеньев). Молекулы такого цепного строения обладают большой гибкостью. Гибкость молекулы придает некоторую свободу движения отдельным ее частям, т. е. отдельные участки или звенья длинной гибкой цепной молекулы могут перемешаться неодновременно при внешнем воздействии на полимер. Это первое, что может объяснить аномальный комплекс свойств полимеров. Во-вторых, молекулы высокополимерных веществ состоят из отдельных звеньев (мономеров), причем отдельные участки звеньев и некоторые звенья в целом (удаленные от основной стержневой цепочки) имеют различную степень свободы и, следовательно, могут иметь разную подвижность. Можно сказать, что каждая молекула полимера является сложной системой, обладающей множеством внутренних степеней свободы. Это объясняет разную подвижность отдельных участков звеньев и звеньев в целом при внешнем воздействии на полимер.

В связи с отмеченными особенностями строения молекул высокополимерных веществ для них характерно проявление двух видов деформационных процессов при внешнем силовом воздействии: один свя-

зан с малыми и быстрыми смещениями отдельных участков звеньев (имеющих большую степень свободы), тождественными тепловым колебаниям частиц твердых тел; второй — с медленным перемещением во времени групп звеньев молекулы, имеющих малую степень свободы.

Любое взаимное перемещение участков цепных молекул или их звеньев требует определенного времени. Поэтому полимерам свойствен набор времен установления механических равновесий (времен релаксации), вследствие чего механические свойства полимеров всегда зависят от продолжительности их деформации. При длительном внешнем силовом воздействии на полимеры им свойственно явление ползучести, т. е. накапливания деформаций во времени.

В условиях постоянно заданной величины деформации для полимеров характерно явление релаксации напряжений, т. е. уменьшения внутренних напряжений во времени. Декели в печатных машинах также находятся в условиях постоянно заданной величины деформации, поэтому уменьшение внутренних напряжений в них может приводить к уменьшению давления при печатании.

Офсетные резинотканевые пластины (ОРТП), выпускаемые различными фирмами, значительно различаются по краскопередающим и деформационным свойствам в зависимости от вида печатной продукции, запечатываемых материалов и печатного оборудования. Эти свойства специально закладываются при разработке того или другого типа пластин и характеризуются определенными показателями, которые должны приводиться в документе (паспорте) на эти пластины для использования их при составлении декеля на офсетных печатных машинах.

Эти показатели можно разделить на 3 группы:

1) прочностные свойства пластин: прочность на разрыв, расслоение и удлинение. Эти свойства обеспечивают надежность, т. е. механическую прочность пластин в процессе печатания, их показатели наиболее просты и на предприятиях учитываются при закупке и эксплуатации пластин;

2) деформационные свойства офсетных резинотканевых пластин и поддекельных материалов. Эти свойства практически не освоены специалистами: их показатели не учитываются не только при закупке пластин, но и при подборе офсетного декеля на печатных машинах, что значительно снижает качество печатной продукции, тиражестойкость дорогостоящего офсетного декеля и срок продуктивной работы печатных машин. Основными показателями деформационных свойств пластин и поддекельных материалов являются величина их деформации при сжатии и составляющие этой деформации: упругая, эластическая и остаточная. От соотношения этих составляющих целиком

зависит поведение декеля в процессе печатания, т. е. степень и время приработки, способность противостоять ударным нагрузкам, его тиражестойкость;

3) показатели, которые характеризуют поведение их резинового краскопередающего слоя. Эти свойства в значительной мере влияют на качество печатного оттиска и тиражестойкость пластин и определяются такими показателями:

а) степенью набухания в компонентах краски и смывочных растворах. Отклонение от нормы показателя степени набухания печатающего слоя очень часто приводит к затруднениям в печатном процессе, вызывая чрезмерное накапливание на его поверхности компонентов бумаги и краски и, как следствие, частые остановки машины для смывки поверхности декеля;

б) твердостью в единицах Шора. Для обеспечения нормального процесса печатания необходимо знать предельные значения этого показателя и браковать пластины уже при закупке, а не в печатном процессе. Он должен учитываться при печатании на различных по гладкости и твердости запечатываемых материалах;

в) степенью шероховатости или микрогеометрией поверхности краскопередающего слоя, который должен соответствовать микрогеометрии этих материалов, что обеспечивает наиболее полную пропечатку на оттиске.

Таким образом, правильный подбор декеля должен осуществляться с учетом приведенных методик и показателей, что позволит создать значительный резерв в области качества продукции и долговечности работы оборудования.

6.3. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИЙ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА. РЕЛАКСАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ДЕКЕЛЕ

Рассмотрим развитие деформации в декеле (рис. 6.3) под воздействием заданной нагрузки постоянной величины ($F = \text{const}$) в течение некоторого времени и спад деформации после ее снятия ($F = 0$) [1–3].

На графике по оси абсцисс отложено время t , по оси ординат — относительная деформация ε . В момент t_1 приложения нагрузки в декеле возникает мгновенная деформация сжатия (участок OA). В течение времени t_1-t_2 деформация сжатия декеля плавно возрастает (участок кривой AB), причем скорость накапливания деформации посте-

ленно падает. Общая суммарная деформация декеля за время t_1-t_2 определяется на графике как O_1B .

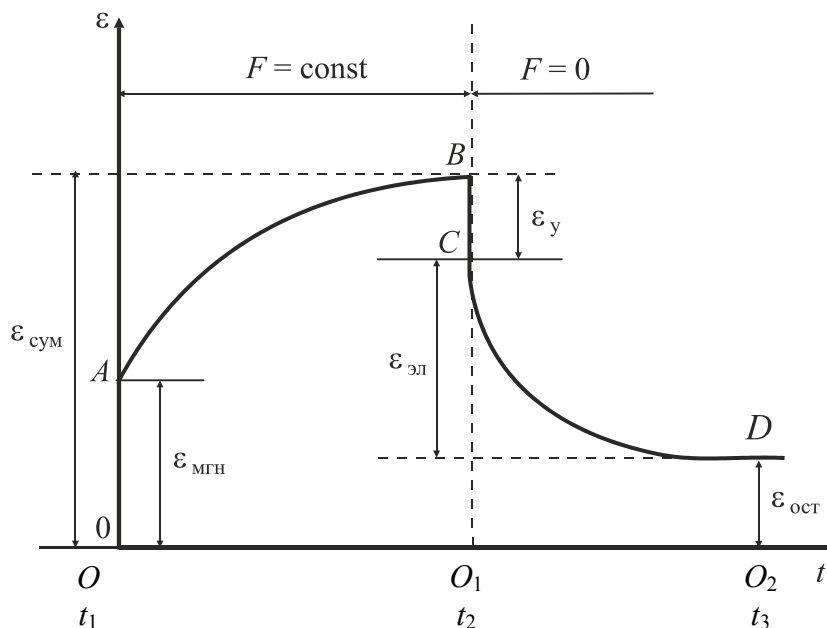


Рис. 6.3. Развитие деформаций в декеле под действием нагрузки постоянной величины и после ее снятия

При снятии нагрузки (в момент времени t_2) часть деформаций мгновенно исчезает (участок BC). Затем в течение времени t_2-t_3 наблюдается постепенное уменьшение деформации (участок кривой CD). В точке, соответствующей времени t_3 (время окончания наблюдений), спад деформаций практически прекращается. Оставшаяся в декеле деформация соответствует участку DO_2 .

Анализ кривой развития и спада деформаций в декеле в данном режиме испытаний показывает, что состав деформаций декеля неоднороден. В момент приложения и снятия нагрузки в декеле возникает и исчезает мгновенно обратимая упругая деформация ϵ_y . На протяжении времени t_1-t_2 в декеле постепенно развиваются и накапливаются эластические и остаточные деформации. За время t_2-t_3 эластические деформации $\epsilon_{эл}$ постепенно исчезают. В момент t_3 (время, соответствующее окончанию наблюдений) остается часть деформаций (участок DO_2), не исчезнувших за время «отдыха» декеля после снятия нагрузки в течение времени t_2-t_3 , — это остаточные деформации $\epsilon_{ост}$.

Таким образом, общая, или суммарная, деформация декеля состоит из упругой, эластических и остаточных деформаций:

$$\epsilon_{сум} = \epsilon_y + \epsilon_{эл} + \epsilon_{ост}.$$

Упругая деформация возникает и исчезает практически мгновенно. Она связана с перемещениями под действием нагрузки отдельных участков звеньев молекул.

Остаточная, или истинная пластическая, деформация, обусловленная необратимым смещением молекул относительно друг друга с преодолением межмолекулярных связей, в высокополимерных материалах практически неосуществима. Смещение относительно друг друга разветвленных, переплетенных между собой макромолекул затруднено. Поэтому механизм накопления остаточной деформации в полимерных материалах можно представить как последовательное перемещение отдельных звеньев цепи (молекулы), сопровождающееся постепенным распрямлением гибких цепей. Так как все звенья взаимосвязаны, то при деформации в них возникают и накапливаются внутренние напряжения, приводящие к механической обратимости деформаций.

Эластическая деформация, так же как и упругая, является обратимой, но она развивается и исчезает во времени. Она состоит из суммы отдельных деформаций, различающихся между собой скоростью их развития. Вслед за упругой деформацией, возникающей практически мгновенно, при условии неизменно действующей нагрузки начинают появляться эластические деформации, вызванные перемещением во времени отдельных участков звеньев молекулы высокополимера, имеющих достаточно большую скорость перемещения. Эти деформации развиваются с большой скоростью и также быстро исчезают после снятия нагрузки (быстрые эластические деформации). Если воздействие внешней нагрузки продолжительно, то успевают передвигаться имеющие меньшую свободу перемещения участки звеньев и звенья молекулы в целом. Эти деформации развиваются во времени медленно и также медленно исчезают после снятия нагрузки (медленные эластические деформации).

Явление релаксации характеризует физический процесс постепенного возвращения в состояние равновесия какой-либо системы, выведенной ранее из равновесного состояния. В печатном процессе такой системой является декель, который выводится из состояния равновесия в зоне печатания и подвергается деформации сжатия при каждом печатном цикле. При этом в зоне его деформации возникает давление печатания как реакция печатного устройства на внутренние напряжения в декеле. Предельная деформация сжатия декеля в зоне контакта является величиной постоянной при печати тиража. Величина напряжения в декеле изменяется, что влечет за собой уменьшение давления в зоне печати.

Экспериментальные данные показали, что время релаксации не является постоянной величиной для одного декеля. Следовательно, каждой точке кривой эластической деформации соответствует свое время релаксации, т. е. эластическая деформация в реальных декелях протекает не с одинаковой скоростью.

При выборе материала декеля важно знать количественный состав его деформаций. Преобладание в суммарной деформации декеля упругих и быстрых эластических деформаций будет обеспечивать неизменную величину давления при длительной работе машины.

Высокая доля упруго-эластической и низкая доля остаточной деформаций в суммарной деформации сжатия гарантируют низкую степень приработки, высокую тиражестойкость декеля и устойчивость его к ударным нагрузкам. Если величину упругой деформации при разработке пластин стараются получить как можно большей, а величину остаточной — как можно меньшей, то эластическую деформацию необходимо удерживать в пределах 8–12% от суммарной, так как при ее доле меньше 8% пластины обладают избыточной жесткостью, а при доле больше 12% вызывают проблемы в процессе приработки декеля, т. е. значительно увеличивается время его приработки.

ПЕРЕНОС КРАСКИ С ФОРМЫ НА ЗАПЕЧАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ

Лекция 7

Лекция посвящена изучению технологического процесса переноса краски с формы на запечатываемый материал. Рассматривается зависимость коэффициента краскопереноса от толщины слоя краски на печатной форме, а также влияние режимных параметров печатного процесса на перенос краски с формы на запечатываемый материал. Оценивается влияние свойств запечатываемого материала и краски на процесс переноса.

7.1. ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕДЕНИЯ СЛОЯ КРАСКИ В ПРОЦЕССЕ РАСШЕПЛЕНИЯ МЕЖДУ ФОРМОЙ И ЗАПЕЧАТЫВАЕМЫМ МАТЕРИАЛОМ. МЕХАНИЗМ КРАСКОПЕРЕНОСА

Перенос краски с формы на запечатываемый материал, т. е. получение оттиска — решающая стадия всего печатного процесса. При этом необходимо обеспечить условия, при которых в течение короткого промежутка времени (сотых и тысячных долей секунды) практически на уровне сил контактного взаимодействия будет происходить разделение тонкого (около 0,1–5,0 мкм) слоя краски между красконесущей и красковоспринимающей поверхностями.

Количество краски, переносимой на запечатываемый материал, зависит:

1) от количества, $г/м^2$ (или толщины слоя, мкм), краски на печатной форме ($q_{\text{ф}}$ или $h_{\text{ф}}$ — в более общем случае x);

2) эффективной площади поверхности контакта между бумагой и краской $S_{\text{эф}}$, т. е. $y = F(x, S_{\text{эф}})$.

При этом под эффективной площадью поверхности контакта подразумевается фактическая величина площади соприкосновения бумаги с краской при данных условиях осуществления печатного процесса. Следовательно, $S_{\text{эф}}$ представляет собой функцию следующих факторов: характера поверхности и структурно-механических (деформаци-

онных) свойств бумаги, вязкости и других реологических свойств краски, давления, скорости печатания.

Наиболее полной характеристикой $S_{эф}$ является краскостоемость бумаги, определяющаяся минимальным количеством краски, необходимым и достаточным для заполнения всех внешних неровностей поверхности бумаги в момент печатного контакта.

При этом подразумевается, что (при технологически необходимой толщине слоя краски на форме) внешние неровности поверхности бумаги (впадины и углубления) начнут заполняться после того, как некоторое количество краски под действием давления будет внедрено в приповерхностные поры и капилляры.

Краскостоемость бумаги определяется, сопоставляется и рассчитывается с использованием характеристических кривых краскопереноса, т. е. зависимостей между количеством (толщиной слоя) краски на печатной форме и коэффициентом переноса краски.

Применительно к переходу краски с формы на запечатываемый материал коэффициент переноса $K_{пер}$ определяется выраженным в процентах отношением количества (или толщины слоя) краски, перешедшей на оттиск ($q_{отт}$ или $h_{отт}$), к количеству (или толщине слоя) краски на форме до печатания ($q_{ф}$ или $h_{ф}$), т. е.

$$K_{пер} = \frac{q_{отт}}{q_{ф}} \cdot 100\%. \quad (7.1)$$

Иногда для характеристики переноса краски используется коэффициент расщепления V , выражаемый как отношение количества (или толщины слоя) краски на оттиске к количеству (или толщине слоя) краски, оставшемуся на форме после печатания:

$$V = \frac{h_{отт}}{h_{ф} - h_{отт}}. \quad (7.2)$$

Графики зависимости коэффициента переноса краски на бумагу $K_{пер}$ от толщины слоя краски на форме (рис. 7.1), которые в каждом конкретном случае строятся при постоянных величинах давления и скорости печатания, представляют собой кривые с максимумом, в пределах которых могут быть выделены три области [1]:

– область недостатка краски — первый прямолинейный участок, отражающий резкое возрастание значения $K_{пер}$ с увеличением толщины слоя краски на форме вплоть до начала перегиба кривой;

– область явного избытка краски — второй прямолинейный участок, соответствующий уменьшению значения $K_{пер}$ с увеличением толщины слоя краски на форме до некоторой постоянной величины;

– область полного насыщения поверхности бумаги краской — участок кривой с максимумом, соединяющий оба прямолинейных участка.

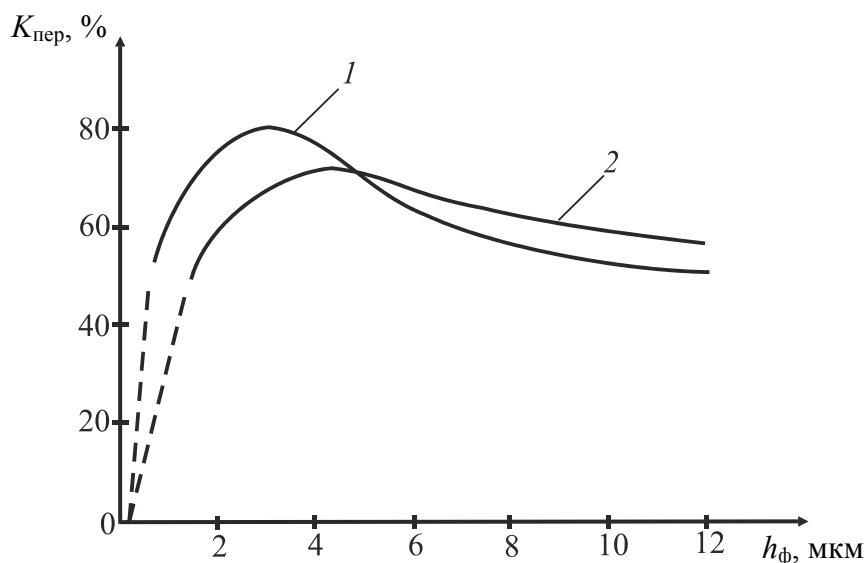


Рис. 7.1. Зависимость коэффициента краскопереноса от толщины слоя краски на печатной форме:
1 — для мелованной бумаги;
2 — для офсетной бумаги

Начало области недостатка краски соответствует минимальным толщинам красочного слоя на форме, при которых становится возможным переход краски на бумагу, т. е. получение оттиска. При этом отступ по оси абсцисс от начала координат характеризует толщину постоянного слоя краски на печатной форме, до достижения которой нормального расщепления слоя краски между красконесущей и красковоспринимающей поверхностями происходить не будет.

При накате на печатную форму минимально тонких красочных слоев (но превышающих постоянный) и наличии достаточно больших неровностей на поверхности бумаги, соизмеримых, а в ряде случаев даже превосходящих значение толщины слоя краски на печатной форме в области недостатка краски, краска в момент печатного контакта так же, как и при небольших величинах давления, будет переходить на наиболее сильно выступающие участки поверхности бумаги, не затрагивая нижележащих ее участков. Поскольку распределение неровностей по поверхности бумаги носит неупорядоченный характер, то и краскоперенос будет носить случайный характер.

С увеличением толщины слоя краски на форме в контакт с ней будут вступать все большие по площади участки поверхности бумаги. Захват краски бумагой будет возрастать пропорционально увеличе-

нию ее количества на форме, и подобным образом будет изменяться коэффициент переноса краски (прирост толщины слоя краски на оттиске будет опережать прирост толщины слоя краски на форме).

Пропорциональное приращение коэффициента переноса продолжится до тех пор, пока при определенной толщине красочного слоя на форме все выступы и впадины, находящиеся на поверхности бумаги, не окажутся полностью покрытыми краской, т. е. площадь контакта краски с запечатываемым материалом не станет равной 100%. Именно в этом интервале значений толщины слоя краски на печатной форме кривая переходит в область насыщения, прирост толщины слоя краски на оттиске постепенно замедляется, и момент заполнения краской всех внешних неровностей поверхности бумаги, сохраняющихся в зоне печатного контакта и определяющих ее эффективную гладкость, будет соответствовать максимальному для данных условий значению коэффициента переноса.

Увеличение толщины слоя краски на форме приводит к постепенному утолщению сплошного слоя краски на оттиске, т. е. к последовательному возрастанию абсолютного количества краски, переходящего на оттиск, однако коэффициент переноса краски при этом уменьшается, поскольку прирост толщины слоя краски на форме начинает опережать прирост толщины слоя краски на оттиске. Таким образом, используя зависимости подобного рода, можно с помощью величины коэффициента переноса краски в каждой из указанных областей и соответствующего количества (толщины слоя) краски на форме, при котором достигается эта величина $K_{пер}$, характеризовать краскоемкость бумаги.

7.2. ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ И СТРУКТУРЫ ЗАПЕЧАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА, РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРАСКИ НА ПЕРЕНОС С ФОРМЫ НА ЗАПЕЧАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ

В момент контакта бумаги с печатной формой (или передаточной поверхностью) слой краски испытывает давление, оказывающее на краску двоякое воздействие: с одной стороны, оно вызывает проникновение краски в поры бумаги, с другой — расплющивает слой краски на поверхности бумаги. Это расплющивание проявляется сильнее с увеличением толщины красочного слоя, давления и вязкости краски. Оно связано также с впитыванием краски в бумагу и возрастает при использовании жестких, непористых бумаг. Нарастание давления в этой стадии наряду со значительным сглаживанием поверхности бумаги, приводит

к тому, что краска, приобретающая состояние предельного в данных условиях разрушения структуры и минимальную вязкость, быстро растекается и заполняет внешние поры поверхности бумаги [1–3].

Моделирование поведения жидкости на поверхности твердого пористого тела показало, что распространение жидкости по поверхности тела и абсорбция ее капиллярами тела протекают практически одновременно. При перемещении полосы контакта под влиянием давления происходит сжатие пор бумаги и выдавливание избытка краски за края печатающих элементов. При этом краска устремляется в зоны пониженного давления, т. е. в углубления поверхности бумаги, не подвергшиеся сильному сжатию, в которых еще до расщепления красочного слоя может начаться частичная фильтрация краски и избирательное впитывание ее наиболее высокодисперсных и наименее вязких компонентов.

В то же время само давление будет обуславливать проникновение краски в толщу бумажного листа как единого целого. Эти особенности процесса имеют важное значение прежде всего с точки зрения распределения краски между внешними и внутренними слоями бумаги, т. е. формирования оптических характеристик оттиска.

Вместе с тем иммобилизация краски бумагой в момент печатного контакта будет обуславливаться не только впитыванием краски в бумагу в зоне минимального зазора между давящей поверхностью и печатной формой, но и капиллярным течением краски в толщу листа во время релаксации и восстановления пор после прохождения зоны максимального давления, которое, вероятно, достигает максимума еще перед тем, как произойдет разрыв красочного слоя между печатной формой и бумагой.

Таким образом, можно выделить три ступени впитывания краски в бумагу:

1) впитывание краски как единого целого в момент печатного контакта (следовательно, под воздействием давления) на выступающих участках поверхности бумаги;

2) избирательное впитывание наиболее высокодисперсных и наименее вязких компонентов краски (также в момент печатного контакта) на участках поверхностных впадин и углублений;

3) избирательное впитывание краски по всей занимаемой ею площади после прекращения действия давления.

Поведение краски в рамках каждой из выделенных ступеней определяется достаточно широким кругом факторов.

В отличие от впитывания краски под действием давления при протекании 2-й и 3-й ступеней резко возрастает роль поверхностного натяжения. В целом после прекращения действия давления и отрыва формы от оттиска впитывание краски в бумагу протекает более мед-

ленно. При этом в момент прекращения действия давления и распрямления капилляров в бумагу будет в первую очередь просачиваться не краска, а воздух, скорость проникновения которого превышает скорость впитывания краски в 10^5 – 10^6 раз. Таким образом, из общего количества краски, впитывающегося в поры бумаги, 80–90% впитывается непосредственно под действием давления и лишь не более 10–20% краски проникает в бумагу в результате самопроизвольного (т. е. избирательного) впитывания, главным образом после расщепления слоя краски и на стадии его закрепления.

В момент разделения красочного слоя между формой и бумагой, как и при расщеплении его в процессе транспортировки краски к печатной форме, большую роль играет липкость краски, характеризующая ее сопротивление разрыву. Высокая липкость краски может вызывать выщипывание (разрушение поверхностного слоя) бумаги. На практике различают две степени разрушения поверхности бумаги при выщипывании: первоначальное выщипывание, проявляющееся в отщеплении от поверхности отдельных волокон или небольших их скоплений, а также (в случае мелованной бумаги) частиц мелового слоя, и полное выщипывание, при котором от поверхности бумаги отщепляются достаточно крупные по размеру и однородные по структуре участки.

Чем более липкой и более вязкой является печатная краска, тем вероятнее возникновение выщипывания бумаги, если ее характеристики не отвечают основным условиям проведения печатного процесса. Однако и в этом случае важное влияние на проявление данного эффекта будут оказывать характер течения краски, а также толщина красочного слоя на форме и полнота контакта между краской и бумагой, определяемая величиной эффективной гладкости бумаги.

7.3. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА НА ПЕРЕНОС КРАСКИ С ФОРМЫ НА ЗАПЕЧАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ

Основными режимными параметрами печатного процесса, оказывающими влияние на характер переноса красочного слоя с формы на бумагу, а следовательно, и на суммарный оптический эффект, создаваемый изображением, являются [1]:

- 1) толщина слоя краски на форме;
- 2) давление печатания;
- 3) скорость печатания.

Рассмотрим зависимость перехода краски с формы на бумагу от толщины слоя краски на печатной форме (рис. 7.2).

При постепенном возрастании толщины слоя краски на форме (при постоянном давлении и времени контакта) будет происходить последовательное наслоение краски на бумагу — сначала в виде отдельных пятен увеличивающегося размера, а затем в виде сплошного (по всей площади оттиска) утолщающегося покрытия. Однако начиная с некоторого значения толщины слоя краски на форме $h_{\phi 1}$ приращение $h_{отт}$ прекращается, т. е. бумага в данных условиях теряет способность воспринимать дополнительное количество краски, что свидетельствует о достижении характеристической величины $h_{отт 1}$, названной технологическим пределом насыщения бумаги краской. Это максимальное количество краски, воспринимаемое бумагой в данных условиях печатания [1].

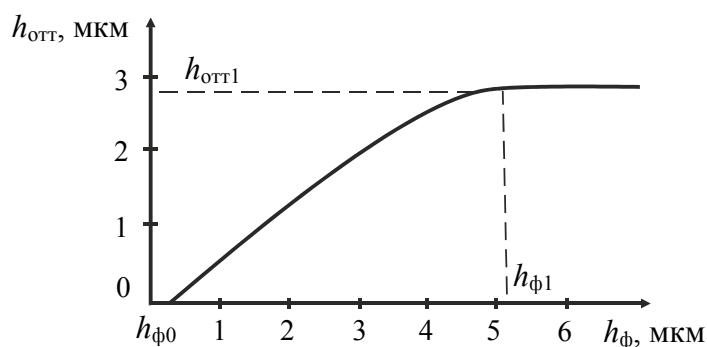


Рис. 7.2. Зависимость перехода краски с формы на бумагу от толщины слоя краски на печатной форме

Рассмотрим зависимость оптической плотности оттиска от перешедшего на него слоя краски (рис. 7.3).

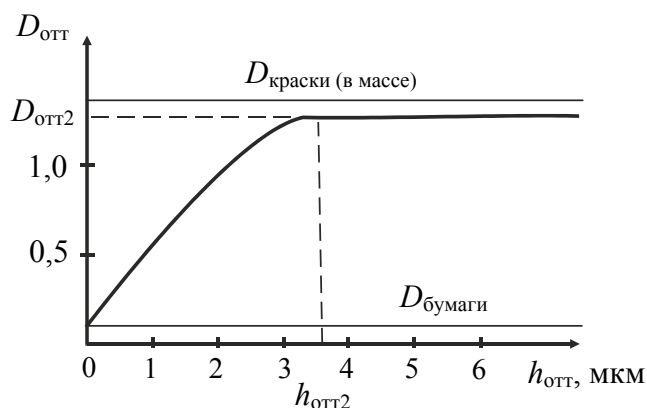


Рис. 7.3. Зависимость оптической плотности оттиска от перешедшего на него слоя краски

Увеличение количества краски на оттиске приводит к росту оптической плотности. Соответствующая началу прямолинейного участка величина $h_{\text{отт}2}$, т. е. та минимальная в данных условиях толщина слоя краски на оттиске, при которой достигается наибольшее в данных условиях значение оптической плотности $D_{\text{отт}2}$, называется оптическим пределом насыщения бумаги краской. В большинстве случаев $h_{\text{отт}1} \neq h_{\text{отт}2}$, т. е. технологический и оптический пределы насыщения не совпадают между собой. Это связано с микрогеометрией поверхности и внутренней структурой бумаги, а также с реологическими свойствами (и в первую очередь с вязкостью) печатной краски.

В общем случае давление, увеличивая эффективную гладкость бумаги, будет соответственно повышать коэффициент переноса краски на всех участках кривой краскопереноса, смещая ее максимум в область меньших толщин слоя краски на форме. С повышением давления переход краски с формы на бумагу в связи с увеличением площади контакта между ними будет возрастать и максимум коэффициента переноса будет достигаться при меньшей толщине слоя краски на форме, так как с увеличением давления выступающие участки поверхности бумаги сжимаются сильнее, а глубина впадин при этом уменьшается. Однако с увеличением толщины слоя краски на форме влияние давления будет ослабевать.

Влияние, оказываемое на переход краски скоростью печатания, представляется достаточно сложным и неоднозначным. Обычно с увеличением скорости печатания коэффициент переноса краски несколько уменьшается, хотя абсолютное количество краски на оттиске возрастает. Так, повышение скорости печатания в 6 раз (со 100 до 600 об./мин) снижает коэффициент переноса краски всего на 15%. Такое влияние скорости объясняется накапливанием количества краски на форме из-за непрерывного повторного ее нанесения и увеличением давления между декелем и печатной формой, обусловленным центробежными силами, проявляющимися при повышении скорости печатания.

С возрастанием давления при скоростной динамической нагрузке изменяется характер деформационного поведения бумаги. Преимущественное деформирование приповерхностного слоя бумаги и располагающихся в нем пор и капилляров в условиях весьма малой продолжительности времени контакта исключает проникновение краски в толщу бумаги на более или менее значительную глубину и, следовательно, приводит к некоторому уменьшению захвата краски бумагой. Малое время контакта оказывается также недостаточным для вытеснения краской воздуха, находящегося в извилистых внешних порах бумаги, в связи с чем краска будет закрывать лишь поверхность бумаги,

не попадая в узкие углубления, и если при этом удастся осуществить быстрое закрепление красочного слоя, то даже при меньшем переходе краски с формы на бумагу насыщенность оттиска окажется достаточно высокой. Таким образом, можно говорить о взаимозаменяемости давления и скорости печатания.

Однако большое значение в современных условиях приобретают оценка и учет взаимовлияния скорости печатания и вязкости краски. Усилие, необходимое для разрыва красочного слоя, определяется в первую очередь величиной противодействующих этому сил, а именно когезии, внутреннего трения (вязкости) и инерции.

Единственной возможностью уменьшить величину работы разрыва слоя при повышении скорости печатания является снижение вязкости краски, т. е. использование на скоростных печатных машинах менее вязких красок. В то же время если увеличение скорости печатания снижает коэффициент переноса краски, то уменьшение вязкости краски увеличивает ее переход, поскольку менее вязкая краска даже при кратковременном контакте легче проникает в толщу бумажного листа и заполняет неровности, располагающиеся на его поверхности.

Транспортировка краски в красочном аппарате и формирование изображения на оттиске — быстротечный многозвенный процесс, в котором наряду с реологическими свойствами краски важную роль играют и многие другие факторы. Основные режимные параметры печатного процесса, в том числе накат краски на печатную форму, являются регулируемыми переменными. Именно они в сочетании с выбором печатных материалов, обладающих соответствующими структурно-механическими характеристиками, определяют способность бумаги воспринимать технологически необходимое количество печатной краски и обеспечивать равномерное распределение ее на оттиске, что оказывает большое влияние на качество изображения.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ КРАСКИ НА ОТТИСКЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ

Лекция 8

В лекции рассматривается технологический процесс закрепления печатных красок. Приводятся основные механизмы закрепления красок на оттисках, а также особенности закрепления красок различных способов печатания. Изучаются основные группы методов ускорения закрепления красок. Рассматриваются основные методы и средства борьбы с отмарыванием, а также технологические требования к печатному процессу с целью предотвращения отмарывания.

8.1. МЕХАНИЗМЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ КРАСКИ НА ОТТИСКАХ. ОСОБЕННОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НА ОТТИСКАХ КРАСОК ВЫСОКОЙ, ОФСЕТНОЙ, ГЛУБОКОЙ И ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ

Важная технологическая роль закрепления краски заключается в образовании на поверхности оттиска прочного, стойкого, прежде всего к механическому воздействию, слоя краски, а также в предотвращении появления различных дефектов. От надежности закрепления краски непосредственно зависит качество оттиска. К тому же продолжительность закрепления краски на оттиске является фактором, в немалой степени влияющим как на скорость работы печатной машины, так и на возможность передачи оттисков на дальнейшую обработку при условии минимального пролеживания их в печатном цехе. Поэтому в технологии печатных процессов важное значение имеет не только изучение физико-химических процессов, сопутствующих закреплению красок различных типов, но и анализ факторов, влияющих на продолжительность этого процесса и свойства красочных слоев [1–3].

Поведение краски непосредственно в процессе получения оттиска предопределяется главным образом совокупностью реологических свойств ее связующего. И именно связующее, его состав, реологиче-

ские характеристики будут оказывать решающее воздействие на поведение краски после получения оттиска, т. е. на ее закрепление. Влияние же пигмента, как и на предшествующих стадиях печатного процесса, будет зависеть, прежде всего, от его способности к тиксотропному структурообразованию.

Возможные способы закрепления на оттиске большинства красок высокой, офсетной, глубокой и флексографской печати в обобщенной форме представлены в виде следующей схемы (рис. 8.1).

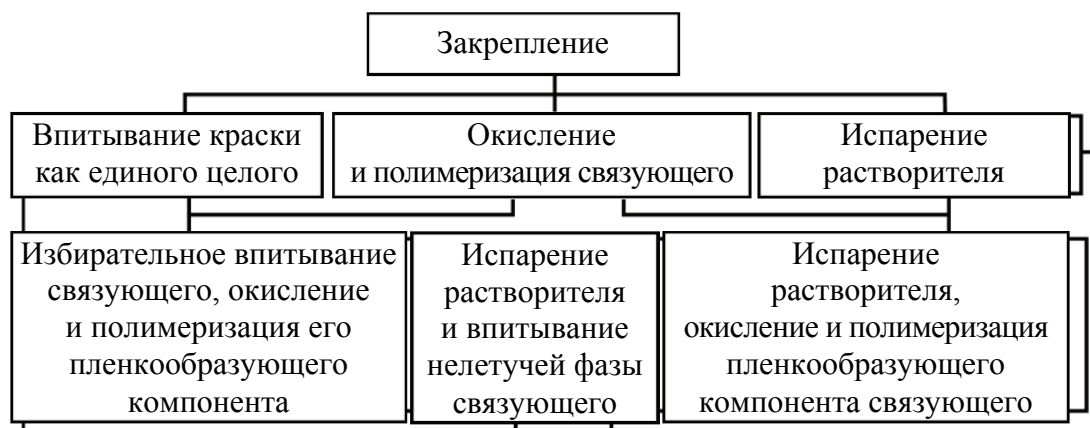


Рис. 8.1. Способы закрепления краски на оттиске

Механизм закрепления краски любого типа зависит от характера подложки, на которую накладывается эта краска. Основным материалом при печатании является бумага, т. е. достаточно неоднородный по своим свойствам материал, который может характеризоваться большей или меньшей гладкостью поверхности, обусловливаемой составом и характером отделки, различной впитывающей способностью, а также степенью уплотнения внутренней структуры. Данные характеристики бумаги играют большую роль как в восприятии краски с печатной формы или промежуточной передаточной поверхности, так и в ее распределении на поверхности и в толще бумажного листа.

Современные краски высокой и офсетной печати характеризуются повышенной скоростью закрепления. Это обеспечивается применением в качестве связующих многокомпонентных систем, состоящих из смолы-пленкообразователя, растворителя, разбавителя и смачивателя-стабилизатора. Особенностью данных красок является ограниченная растворимость смол в выбранных растворителях, что обеспечивает, с одной стороны, стабильность краски в процессе ее производства и хранения, а с другой — достаточно быстрое и эффективное отверждение ее при небольших изменениях соотношения основных компонентов (смолы и растворителя), происходящих в результате впи-

тывания наименее вязкой фазы краски (растворителя и разбавителя) в бумагу или испарения ее летучей части.

Принципиальной особенностью красок глубокой и флексографской печати, непосредственно связанной с процессом закрепления, является наличие в их составе летучих растворителей. Пигменты и наполнители, тщательно распределенные в растворителе, образуют суспензию. Растворяя пленкообразующие смолы, растворители позволяют получать жидкообразные красочные системы, равномерно распределяющиеся на печатной форме и запечатываемом материале.

Испарение растворителей при выходе оттиска из зоны печатного контакта (а также частичное впитывание их вместе со связующим при печатании на пористых материалах) приводит к высаживанию основной массы пленкообразующей смолы вместе с пигментом на поверхности запечатываемого материала и к началу окислительно-полимеризационного процесса, завершающегося образованием прочной красочной пленки.

Растворители красок глубокой и флексографской печати имеют различную скорость испарения, которая является одной из важнейших физических и технологических характеристик. Скорость испарения растворителя определяется особенностями взаимодействия его со смолой, которая в одних случаях не препятствует свободному испарению растворителя из красочного слоя, а в других — удерживает растворитель.

В глубокой и флексографской печати в бумагу впитывается не только связующее, но и краска как единое целое. При этом глубина впитывания краски, так же как в высокой и офсетной печати, зависит от толщины красочного слоя, вязкости краски, давления печатания, времени контакта, внутренней структуры бумаги, однако с точки зрения закрепления краски на оттиске преобладающим фактором является именно испарение растворителя и инициируемые им процессы.

8.2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ КРАСОК

Создание высокоскоростных печатных машин делает необходимым сокращение времени для переработки отпечатанной продукции на последующих технологических операциях. Однако поскольку в настоящее время еще не созданы краски, скорость закрепления которых полностью соответствовала бы скорости работы печатного оборудования, для ускорения их закрепления в практике печатных процессов широко используются разнообразные дополнительные методы и средства [1].

Первая группа методов ускорения закрепления красок связана с введением в них веществ, активизирующих процесс закрепления. К этим веществам относят сиккативы — маслорастворимые соли алифатических жирных кислот, образуемые тяжелыми металлами (Co, Pb, Mg). Попадая в краску, эти соли разрушают кислородные связи в молекулярной структуре дисперсионной среды и образуют радикалы, которые последовательно «сшивают» между собой соседние молекулы связующего, т. е. иницируют его полимеризацию, ускоряя тем самым процесс пленкообразования.

К данной группе методов также относятся методы введения в состав краски особых термически активизируемых катализаторов. Краски, содержащие такие катализаторы, закрепляются в результате совместного действия катализатора и достаточно высокой (около 140–150°C) температуры. Эти краски могут изготавливаться с небольшим содержанием растворителя либо без него. Закрепление их происходит быстро, и продукты реакции (вода, спирт, иногда альдегиды), выделяющиеся в небольших количествах, практически не вызывают загрязнения атмосферы цеха.

Вторая группа методов характеризуется использованием для ускорения закрепления красок различных излучающих устройств. Наиболее продолжительное время в практике работы полиграфических предприятий находили применение тепловыделяющие устройства, использующие в качестве промежуточных теплоносителей нагретый воздух, горячую воду или открытое газовое пламя.

В настоящее время для ускорения закрепления красок в промышленном масштабе используются инфракрасные (ИК) и ультрафиолетовые (УФ) излучатели.

ИК-излучатели — это разновидность термоизлучающих устройств, роль теплоносителя в которых выполняют длинноволновые лучи, располагающиеся за пределами видимого спектра. В качестве источников инфракрасного излучения наиболее широкое применение находят кварцевые лампы инфракрасного спектра мощностью 0,5–2,0 кВт, монтируемые на специальных панелях, которые устанавливаются перед приемным устройством или между печатными секциями листовых и рулонных машин на расстоянии 5 см от бумаги.

Конструкция устройства для инфракрасного облучения оттисков представлена на рис. 8.2.

Воздействие ИК-лучей вызывает интенсивный разогрев красочного слоя и подложки, вследствие чего происходит впитывание краски в бумагу и последующая термополимеризация.

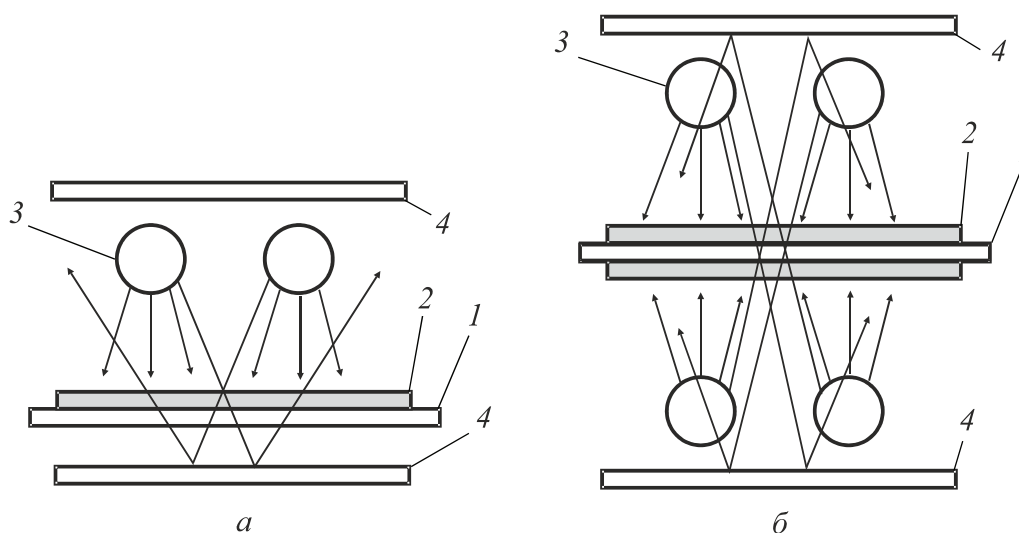


Рис. 8.2. Основные рабочие элементы и схема действия ИК-излучателя при листовом (а) и рулонном (б) печатании:
 1 — бумажный лист или полотно; 2 — красочный слой;
 3 — источник ИК-излучения; 4 — рефлекторы

Достоинствами метода ИК-излучателей являются:

- совместимость связующего красок, предназначенных для обработки инфракрасным излучателем, с красками офсетной и высокой печати, а также флексографской и глубокой печати;
- существенное, по сравнению с естественным закреплением, сокращение времени «схватывания», что обеспечивает более быстрое формирование на оттиске окончательного красочного слоя;
- значительное (на 50–80%) уменьшение расхода или полное исключение из технологического процесса противоотмарочных средств, что способствует сокращению продолжительности непроизводительных простоев печатного оборудования, связанных с выполнением его чистки, смывки и других вспомогательных операций;
- повышение качества отпечатанной продукции и прежде всего улучшение четкости, точности цветопередачи (по причине снижения вероятности изменения цвета в процессе закрепления краски), насыщенности и гляцевитости оттиска.

Источником УФ-излучения являются кварцевые лампы мощностью до 10 кВт. Рефлекторы для ламп УФ-излучения, встраиваемые в печатные машины, выполняются в виде полуэллипса, в фокусе которого находится лампа, располагающаяся от поверхности бумажного листа или полотна на расстоянии 12 см. Температура на поверхности лампы достигает 800°C. Подобно ИК-устройствам УФ-излучатели могут устанавливаться как между печатными секциями, так и на приемно-

выводном устройстве листовой или рулонной машины. Конструкция устройства для УФ-облучения представлена на рис. 8.3.

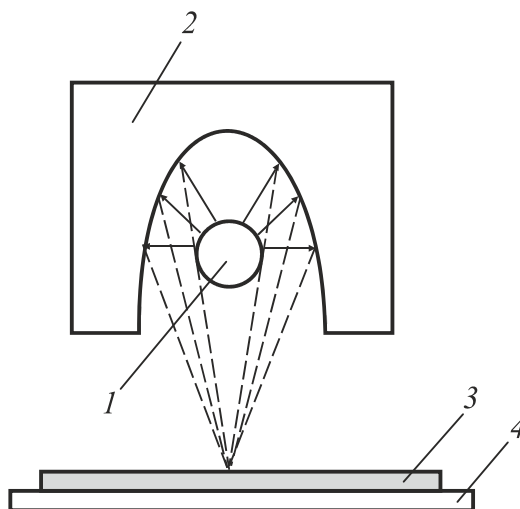


Рис. 8.3. Устройство для ультрафиолетового облучения оттисков:

- 1 — источник излучения;
- 2 — рефлектор; 3 — красочный слой;
- 4 — бумага

К важнейшим преимуществам систем УФ-облучения относятся:

1) высокая скорость закрепления, позволяющая без применения каких бы то ни было дополнительных средств осуществлять как двухстороннее, так и одностороннее многокрасочное печатание без снижения производительности печатного оборудования;

2) небольшое энергопотребление;

3) отсутствие обезвоживания бумаги, поскольку при УФ-облучении в отличие от ИК для ускорения закрепления красок не требуется нагревания подложки.

Достоинства УФ-облучения, связанные с особенностями применяемых печатных красок:

– отсутствие в составе красок вредных компонентов, выделяемых в атмосферу;

– возможность сохранения красок на валиках печатной машины в течение нескольких дней, поскольку в обычных условиях их закрепление оказывается затяжным процессом;

– невысокая чувствительность красок к величине рН увлажняющего раствора, а также к кислотности и влажности бумаги;

– большая механическая прочность и высокая химическая стойкость закрепленного слоя;

– возможность использования красок для всех основных способов печатания.

Однако применение УФ-излучения в современной полиграфии ограничивается в основном специальными способами печатания, а также печатанием на металлах. Одна из причин этого — высокая стоимость красок, примерно в 1,3–2 раза превосходящая стоимость обычных красок. Поэтому УФ-устройства устанавливаются преимущественно на рулонных машинах, где высокие эксплуатационные затраты отчасти компенсируются большой скоростью печатания.

8.3. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТМАРЫВАНИЯ И ПЕРЕТИСКИВАНИЯ КРАСКИ И ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В процессе закрепления печатных красок часто возникают проблемы, связанные с предотвращением загрязнения свежотпечатанных оттисков и контактирующих с ними поверхностей краской. Возникновение данного дефекта — отмарывания — и степень его проявления зависят от многих факторов, важнейшими из которых являются [1]:

- 1) условия взаимодействия бумаги и краски;
- 2) скорость закрепления красочного слоя и условия, в которых оно происходит;
- 3) режим складирования, хранения и обработки отпечатанной продукции.

Отмарывание особенно часто наблюдается при использовании высокогладких, плотных, слабовпитывающих видов бумаги, в частности мелованных, а при печатании на шероховатой, хорошо впитывающей краску бумаге оно проявляется гораздо слабее и реже. Кроме того, наложение второй и последующих красок на ранее отпечатанные и высохшие слои ухудшает красковосприятие бумаги и увеличивает вероятность отмарывания.

Основными технологическими требованиями, имеющими большое значение в предотвращении загрязнения оттисков и печатной машины, осложняющего процесс печатания и ухудшающего качество готовой продукции, являются:

- тщательный подход к оценке эксплуатационной совместимости и технологической эффективности триады «бумага – краска – способ закрепления на оттиске»;

– осуществление печатного процесса с использованием минимально допустимой с технологической точки зрения толщины красочного слоя, что требует применения красок повышенной интенсивности;

– выкладывание свежееотпечатанных, особенно многокрасочных, оттисков на приемное устройство и платформы возможно меньшими по высоте стопами, что снижает величину приходящейся на них нагрузки и делает более благоприятными условия их хранения и транспортировки;

– тщательная регулировка всех технологически важных элементов печатной машины, в первую очередь красочного, увлажняющего (в офсетной печати), печатного аппаратов и системы вывода отпечатанной продукции.

Однако соблюдение этих требований не всегда является достаточным для предотвращения возникновения отмарывания, и в практике печатных процессов прибегают к использованию с этой целью дополнительных средств. Наиболее эффективным из них является создание между оттиском и любой контактирующей с ним поверхностью специального разделительного слоя, который в зависимости от вида и состава будет выполнять функцию механического или физико-химического барьера, препятствующего переходу краски с одной поверхности на другую.

Средства, используемые для формирования промежуточной прослойки, могут быть разделены на две группы:

1) средства, предотвращающие переход краски на декель и другие элементы печатной машины;

2) средства, устраняющие возможность загрязнения свежееотпечатанных оттисков, выходящих из машины, при их стапелировании (прессовании), хранении и т. д.

Противоотмарывающие средства представляют собой:

– порошки, которые с помощью противоотмарывающих аппаратов равномерно напыляются под действием сжатого воздуха на поверхность оттиска, выходящего на приемное устройство листовой машины высокой или офсетной печати;

– эмульсии, наносимые аэрозольным способом на поверхность свежееотпечатанного бумажного полотна после выхода его из секции ускорения закрепления краски многокрасочной рулонной офсетной печатной машины.

В глубокой печати средства, предотвращающие отмарывание, практически не используются.

Принципиально важно иметь в виду, что названные противоотмарывающие средства, независимо от их вида, состава и особенностей нанесения, не ускоряют закрепление красок. Их функция во всех случаях ограничивается созданием барьера, предотвращающего нежелательный перенос краски в течение определенного времени, необходимого для достаточно полного ее закрепления.

Виды противоотмарывающих порошков:

1. Стандартные порошки — это ряд нерастворимых или слабо-растворимых в воде порошков с различным размером зерна и широким диапазоном применения на печатном или флексографском оборудовании. Их главным преимуществом перед другими сортами является то, что широкий диапазон размеров частиц дает возможность гарантированной защиты от перетискивания изображения с использованием минимального количества порошка. Можно подобрать оптимальный размер гранул и для тонких бумаг, и для картонов. Зерна этих порошков не оказывают абразивного воздействия на красочный слой.

2. Антистатические порошки по своим свойствам аналогичны стандартным. Единственным отличием является то, что в их составе содержатся специальные добавки, которые предотвращают электризацию сопел распылительных устройств от электризующего воздействия струи воздуха с содержащимся в нем порошком.

3. Растворимые порошки с высокой степенью растворимости имеют особые преимущества для офсетного производства. Главное достоинство их в том, что они очень гигроскопичны, т. е. имеют большой впитывающий эффект. Благодаря этому порошок наилучшим образом подходит для печати в несколько прогонов. Во время второго прогона имеющийся на листе порошок растворяется в увлажнении, присутствующем на офсетном полотне, и не оказывает влияния на печатный процесс.

Оборотной стороной этих достоинств являются сложности его использования. Во-первых, это проявляется в более жестких требованиях по его хранению (герметичная тара и сухое место). Во-вторых, требование большей чистоты тары и элементов сушильного устройства, непосредственно контактирующего с этим порошком. В конце каждой смены необходимо продувать распылитель чистым сухим воздухом для удаления остатков порошка. Не рекомендуется использовать этот порошок при условии повышенной влажности в печатном цеху.

4. Капсулированные порошки — каждая гранула такого порошка имеет водоотталкивающее покрытие, что дает следующие практические

преимущества перед другими видами: улучшенная противоотмарывающая способность, гладкая на ощупь продукция, лучшая подвижность порошка в каналах распылителя, меньшая передача порошка на офсетное полотно при втором прогоне, меньший расход. Капсулированные порошки могут создать проблемы при последующей лакировке или ламинировании. В этих случаях рекомендуется применять растворимые порошки.

Для предотвращения возникновения отмарывания в практике печатных процессов используются и чисто производственные приемы. Для этого оттиски на листовой мелованной бумаге, выходящие на приемный стол машины, выкладываются на специальные стеллажи стопами, содержащими до 1,0–1,5 тыс. листов. В тех же целях сфальцованные тетради, полученные на рулонных машинах, часто размещаются в виде неспрессованных пачек в фурах с высокими решетчатыми стенками и только через некоторое время поступают в обжимные прессы. Однако такая организация работы увеличивает потребность в производственной площади.

СИНТЕЗ ЦВЕТА ПРИ МНОГОКРАСОЧНОМ ПЕЧАТАНИИ

Лекция 9

Лекция посвящена изучению технологических особенностей многокрасочного печатания. Рассматриваются аддитивный и субтрактивный способы получения заданного цвета. Приводятся схемы образования цветов при идеальном субтрактивном синтезе. Рассматриваются общие принципы расчета цвета и определения допустимых отклонений на оттисках. Изучается явление муара при многокрасочном печатании, а также причины его возникновения.

9.1. СИНТЕЗ ПРИ МНОГОКРАСОЧНОМ ПЕЧАТАНИИ. РОЛЬ ОТРАЖЕНИЯ И РАССЕЯНИЯ СВЕТА В КРАСОЧНОМ СЛОЕ И ПОДЛОЖКЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТТИСКА

Процесс многокрасочного печатания можно определить как процесс многократного получения одинаковых по заданным показателям цветных оттисков путем последовательного переноса цветных красок с цветоделенных форм на запечатываемый материал.

Существуют два способа получения цвета, которые нашли применение в многокрасочной печати: аддитивный и субтрактивный [1].

Аддитивный синтез основан на смешении простых и сложных излучений на сетчатке глаза. В практике многокрасочного печатания аддитивный синтез достигается методом пространственного смешения цветов, при котором используется ограниченная разрешающая способность глаза. Если плотность точек выше разрешающей способности глаза, то глаз не в состоянии разделить их пространственно. И если эти потоки имеют разную интенсивность, они, действуя на одно и то же место сетчатки, воспринимаются как один поток суммарной интенсивности или суммарного цвета. Такой способ реализован в многокрасочном растровом печатании. Например, отдельные разно-

окрашенные растровые элементы в светах многокрасочного оттиска воспринимаются не раздельно, а в виде сплошного пятна, цвет которого зависит от соотношения количества единичных красок.

Аддитивный синтез подчиняется законам Г. Грассмана [1]. Согласно первому закону, любой цвет может быть получен при смешении трех линейно независимых цветов. А это означает, что при смешении любых двух из этих цветов не должен получаться третий. Однако из существующего неограниченного числа линейно независимых комбинаций выбирают только ту, которая воспроизводится легче. Наиболее подходящей в этом отношении является комбинация основных цветов: красного, зеленого и синего. Одновременно с данной триадой была принята другая тройка основных цветов. Ее составили цвета более насыщенные, чем спектральные, они были обозначены символами X , Y , Z , представляющими собой векторы единичных цветов.

Для получения цвета Ц нужно смешать данные цвета в количествах x , y , z , называемых координатами цвета, и это сочетание может быть описано следующим линейным уравнением:

$$\text{Ц} = x \cdot X + y \cdot Y + z \cdot Z. \quad (9.1)$$

Другой закон аддитивности определяет цвет как самостоятельную величину. Согласно этому закону, цвет смеси зависит только от цветов смешиваемых компонентов, но не от их спектрального состава. Поэтому если смешивается несколько цветов, например Ц_1 , Ц_2 , Ц_3 :

$$\text{Ц} = \text{Ц}_1 + \text{Ц}_2 + \text{Ц}_3, \quad (9.2)$$

то при замене одного из цветов в правой части этого уравнения другим цветом, вызывающим одинаковое с ним возбуждение глаза, результирующий цвет левой части уравнения не нарушится. Таким образом, цвет простого излучения можно заменить цветом сложного излучения и наоборот.

Этот закон позволяет описывать цвета достаточно простыми математическими соотношениями. Так, например, чтобы сложить несколько цветов, достаточно каждый из них представить в виде суммы основных цветов в соответствии с первым законом:

$$\begin{aligned} \text{Ц}_1 &= x_1 X + y_1 Y + z_1 Z; \\ \text{Ц}_2 &= x_2 X + y_2 Y + z_2 Z; \\ \text{Ц}_3 &= x_3 X + y_3 Y + z_3 Z. \end{aligned} \quad (9.3)$$

В результате сложения получается:

$$\text{Ц} = (x_1 + x_2 + x_3)X + (y_1 + y_2 + y_3)Y + (z_1 + z_2 + z_3)Z. \quad (9.4)$$

Уравнение (9.4) свидетельствует, что при сложении цветов складываются координаты цветов, их составляющих.

Субтрактивный синтез в отличие от аддитивного основан не на сложении, а на вычитании цветов. В идеальной модели образование цвета происходит при прохождении белого цвета, содержащего основные цвета, через прозрачные окрашенные среды. В этом случае цвет возникает вследствие избирательного поглощения части излучения $C_{\text{п}}$ из общего $\sum C$. После прохождения через окрашенную среду общее излучение изменит свой цвет на цвет C :

$$C = \sum C - C_{\text{п}}. \quad (9.5)$$

Если на пути излучения будет находиться несколько сред, то вычитаемое в уравнении (9.5) будет состоять из нескольких элементов. Поскольку при субтрактивном синтезе используется несколько сред, они не могут быть окрашены в основные цвета, так как каждая из таких сред поглощала бы по две трети спектра. При попарном сочетании эти среды будут полностью поглощать проходящее через них излучение. В связи с этим для субтрактивного синтеза применяют среды, окрашенные не в основные, а в дополнительные цвета — желтый, пурпурный, голубой. Среда, окрашенная в эти цвета, пропускает две трети и поглощает одну треть часть спектра светового излучения. Поэтому для многокрасочного печатания применяют краски, окрашенные в эти цвета, комплект которых называется триадой.

На рисунке показаны схемы образования цветов при субтрактивном синтезе на примере использования триадных красок.

Чтобы пропущенная часть излучения имела максимальную величину, краска должна обладать в зоне пропускания прозрачностью, а подложка должна характеризоваться высоким и неизбирательным значением спектрального коэффициента отражения. Поэтому при проведении трехкрасочного печатания используют главным образом мелованную бумагу, отличающуюся высокой белизной.

Нижеприведенная схема иллюстрирует случай идеального субтрактивного синтеза, выполненного при условии:

- использования источника с единичными основными излучениями;
- применения красок, абсолютно прозрачных в зонах пропускания и полностью поглощающих одну треть часть спектра;
- использования подложки, полностью отражающей падающий свет.

В результате такого субтрактивного синтеза образуется восемь различных цветов: белый при отсутствии красок (незапечатанная бумага), три дополнительных цвета при наложении на подложку одной

триадной краски, три основных цвета при попарном совмещении триадных красок, черный при тройном наложении тех же красок.

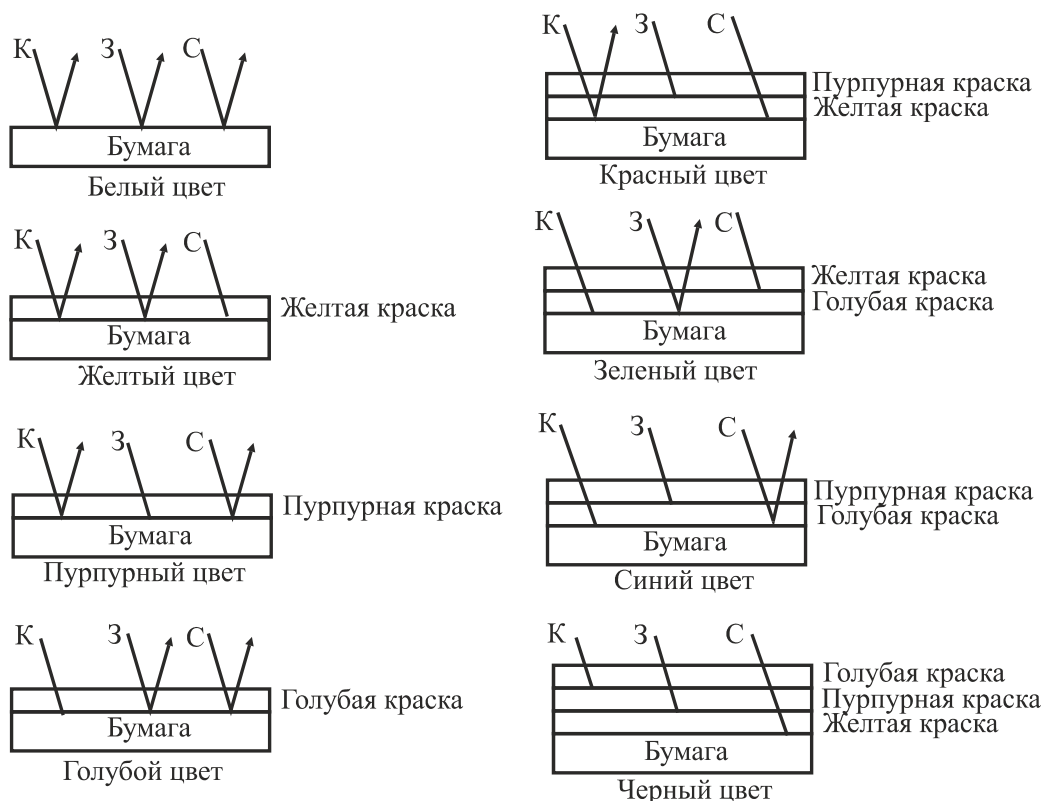


Рис. 9.1. Схема образования основных и дополнительных цветов при субтрактивном синтезе триадных печатных красок

Для практики печатных процессов, имеющих дело с тонкими слоями триадных красок, важно знать, что голубая краска при толщине слоя на оттиске 1 мкм фактически не обладает рассеянием, а две другие — желтая и пурпурная — при той же толщине характеризуются небольшим рассеянием в указанных выше зонах. Это дает возможность установить порядок их наложения. Вполне очевидно, что если рассеивающая желтая краска будет печататься последней, то ее рассеивающая способность скажется на результирующем цвете субтрактивного синтеза.

9.2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ЦВЕТА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ НА ОТТИСКАХ

При проведении печатного процесса с растровых форм, где (в отличие от глубокой печати) толщина слоя краски на оттиске является

почти постоянной величиной, различие в цвете отдельных участков изображения на репродукции объясняется изменением площади растровых элементов. Эти элементы могут находиться на некотором расстоянии друг от друга, а также частично или полностью перекрывать друг друга. В результате такого размещения растровых элементов всех трех красок происходит пространственное смешение их отраженных излучений с образованием разнообразных цветов.

Произведем расчет координат цвета отдельных участков растрового оттиска.

Допустим, что площадь элементарного участка будет равна S . Часть этой площади занята отдельными растровыми элементами, запечатанными желтой, пурпурной и голубой красками. Обозначим площади этих элементов соответственно через $S_{ж}$, $S_{п}$, $S_{г}$. В пределах общей площади находятся также частично и полностью совмещенные растровые элементы двух и трех красок. Площади этих элементов равны: $S_{жп}$, $S_{пг}$, $S_{гж}$, $S_{гпж}$. Незапечатанную часть общей площади обозначим через S_6 . При достаточно высокой линиатуре растра глаз не будет замечать дискретного характера красочного изображения, и цвет участка определится аддитивной смесью отраженных излучений [1].

Так как на элементарном участке (рис. 9.2) площадью S содержится большое количество растровых точек разного цвета, то можно принять, что распределение этих точек по каждой краске и по совмещенным площадям подчиняется вероятностным соотношениям.

Обозначим через $P_{ж} = \frac{S_{ж}}{S}$ вероятность запечатывания части площади S желтой краской, через $P_{п} = \frac{S_{п}}{S}$ — пурпурной, $P_{г} = \frac{S_{г}}{S}$ — голубой.

Каждое из этих соотношений соответствует значению относительной площади (S_0) растровых элементов. Поэтому примем, что $P_{ж} = S_{ож}$, $P_{п} = S_{оп}$, $P_{г} = S_{ог}$. Вероятность того, что на элементе может отсутствовать одна из красок, равна: для желтой — $(1 - S_{ож})$, для пурпурной — $(1 - S_{оп})$, для голубой — $(1 - S_{ог})$.

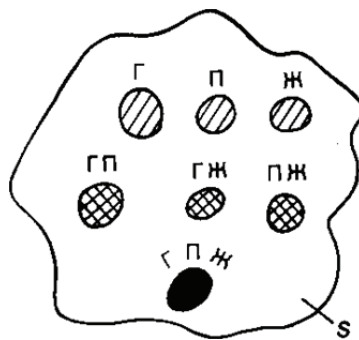


Рис. 9.2. Элементарный участок изображения

Вероятность запечатывания оттиска одной из красок при отсутствии двух других будет равна:

- для желтой краски $\sigma_{ж} = S_{ож} (1 - S_{оп}) (1 - S_{ог})$;
- для пурпурной краски $\sigma_{п} = S_{оп} (1 - S_{ож}) (1 - S_{ог})$;
- для голубой краски $\sigma_{г} = S_{ог} (1 - S_{ож}) (1 - S_{оп})$.

Вероятность перекрытия одной краски другой будет равна:

- для бинара пурпурной и голубой $\sigma_{пг} = S_{ог} S_{оп} (1 - S_{ож})$;
- для бинара желтой и голубой $\sigma_{жг} = S_{ож} S_{ог} (1 - S_{оп})$;
- для бинара желтой и пурпурной $\sigma_{жп} = S_{ож} S_{оп} (1 - S_{ог})$.

Вероятность совмещения трех красок:

$$\sigma_{жпг} = S_{ож} S_{оп} S_{ог}.$$

Вероятность полного отсутствия всех красок:

$$\sigma_{б} = (1 - S_{ог}) (1 - S_{оп}) (1 - S_{ож}).$$

Если площади и координаты цвета отдельных красок, их попарных и тройных наложений известны, то координаты цвета (X_S, Y_S, Z_S) участка S на основании закона аддитивности определяются следующей системой уравнений:

$$X_S = X_{ж} \sigma_{ж} + X_{п} \sigma_{п} + X_{г} \sigma_{г} + X_{пг} \sigma_{пг} + X_{жг} \sigma_{жг} + X_{жп} \sigma_{жп} + X_{жпг} \sigma_{жпг} + X_{б} \sigma_{б};$$

$$Y_S = Y_{ж} \sigma_{ж} + Y_{п} \sigma_{п} + Y_{г} \sigma_{г} + Y_{пг} \sigma_{пг} + Y_{жг} \sigma_{жг} + Y_{жп} \sigma_{жп} + Y_{жпг} \sigma_{жпг} + Y_{б} \sigma_{б};$$

$$Z_S = Z_{ж} \sigma_{ж} + Z_{п} \sigma_{п} + Z_{г} \sigma_{г} + Z_{пг} \sigma_{пг} + Z_{жг} \sigma_{жг} + Z_{жп} \sigma_{жп} + Z_{жпг} \sigma_{жпг} + Z_{б} \sigma_{б}.$$

Система трех уравнений разработана для случая печатания цветной репродукции с форм, растровые элементы которых расположены под разными углами, а также может быть использована для контроля и сопоставления цвета пробных и тиражных оттисков. При этом объектами контроля могут служить не участки изображения, а градационные растровые шкалы с известными величинами относительной площади печатающих элементов.

Если расчет ведется для одной краски, то уравнения принимают более простой вид. Например, для желтой краски:

$$X^ж = X_{ж} S_{ож} + X_{б} (1 - S_{ож});$$

$$Y^ж = Y_{ж} S_{ож} + Y_{б} (1 - S_{ож});$$

$$Z^ж = Z_{ж} S_{ож} + Z_{б} (1 - S_{ож}).$$

Для расчета цвета оттисков с бинарным наложением красок, например при совмещении желтой и голубой красок, та же система уравнений примет вид

$$X^ж = X_{ж} S_{ож} (1 - S_{ог}) + X_{г} S_{ог} (1 - S_{ож}) + X_{жг} S_{ож} S_{ог} + X_{б} (1 - S_{ож}) (1 - S_{ог});$$

$$Y^{\text{ж}} = Y_{\text{ж}} S_{\text{ож}} (1 - S_{\text{ог}}) + Y_{\text{г}} S_{\text{ог}} (1 - S_{\text{ож}}) + Y_{\text{ж}} Y_{\text{г}} S_{\text{ож}} S_{\text{ог}} + Y_{\text{б}} (1 - S_{\text{ож}}) (1 - S_{\text{ог}});$$

$$Z^{\text{ж}} = Z_{\text{ж}} S_{\text{ож}} (1 - S_{\text{ог}}) + Z_{\text{г}} S_{\text{ог}} (1 - S_{\text{ож}}) + Z_{\text{ж}} Z_{\text{г}} S_{\text{ож}} S_{\text{ог}} + Z_{\text{б}} (1 - S_{\text{ож}}) (1 - S_{\text{ог}}).$$

Данная система уравнений не учитывает влияния светорассеяния в бумаге на оптическое расширение растровых элементов. Для учета эффекта светорассеяния попытались ввести в уравнение поправочный коэффициент. Однако из-за отсутствия физического смысла этого коэффициента использование его не представляется целесообразным. Более правильным является другой метод учета оптического увеличения растровых элементов на оттисках.

Световое излучение, падающее на бумагу, не полностью отражается от ее поверхности. Большая его часть проникает в объем бумаги, и после рассеяния волокнами выходит наружу. Интенсивность отраженного излучения любого участка незапечатанной бумаги имеет одно и то же постоянное значение (рис. 9.3). Если бумага запечатана растровой сеткой, то рассеянное излучение, идущее из объема бумаги, не будет полностью выходить наружу через пробельные участки оттиска. Часть его будет поглощаться красочным слоем. В результате интенсивность излучения, отраженного от пробельных элементов оттиска, не будет распределена равномерно. Около границы раздела незапечатанной поверхности бумаги и красочного слоя происходит заметное снижение интенсивности отраженного излучения. Зона сниженной интенсивности отраженного света имеет ширину Δr , величина которой не зависит от площади печатающих элементов и определяется рассеивающей способностью бумаги [1].

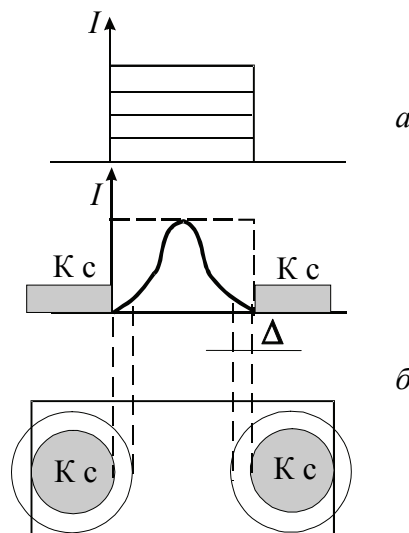


Рис. 9.3. Характер изменения интенсивности отраженного излучения незапечатанного (а) и запечатанного (б) участков бумаги:

К с – красочный слой; Δ – ширина ореола растискивания

Для различных видов мелованной бумаги она равна 2–4 мкм, для офсетной бумаги 5–7 мкм. Прирост относительной площади (или площади ореола светорассеяния) $\Delta S^{\text{отн}}$ равен произведению Δr на периметр печатающего элемента на форме L и на линию раstra A (лин./см) в квадрате:

$$\Delta S^{\text{отн}} = \Delta r L A^2.$$

В офсетной печати краска с печатающих элементов переходит с формы сначала на промежуточную поверхность, а затем на бумагу. Такой процесс сопровождается постепенным растискиванием краски за пределы печатающих элементов. В результате на оттисках кроме оптического возникает дополнительное увеличение размеров растровых элементов. Поэтому и на оттиске те же элементы имеют увеличенные размеры. Если обозначить ширину ореола растискивания через $\Delta r'$, то общая относительная площадь приращения (оптического и полученного в результате растискивания) будет равна

$$\Delta S^{\text{отн}} = (\Delta r + \Delta r') L A^2.$$

Эта величина должна быть включена в систему уравнений и в ее частные выражения.

9.3. ЯВЛЕНИЕ МУАРА ПРИ МНОГОКРАСОЧНОМ ПЕЧАТАНИИ

На цветоделенных формах высокой и офсетной печати растровые элементы расположены под определенным углом. Это связано с условиями проведения печатного процесса. К этим условиям в первую очередь относятся оптические свойства печатных красок и точность их совмещения, или привodka.

Поворот растровых систем не может производиться произвольно, поскольку при любой комбинации углового расположения растровых систем на оттисках возникает более или менее заметный цветной узор, или муар. Изучение муара при различных углах поворота показало, что он отсутствует при установке их на один и тот же угол. Но при незначительном угловом смещении одной из них он появляется. Причем сначала возникает резко заметный муар, получивший название квадратного, так как его узор состоит из подобных элементов. При увеличении угла поворота он уменьшается и при 20° практически становится невидимым. При дальнейшем повороте одной из растровых сеток

появляется малозаметный розеточный муар с переменным характером его рисунка. При 70° вновь возникает сначала малозаметный, а затем все более возрастающий вплоть до 90° квадратный муар. Указанная закономерность чередования двух видов муара повторяется по всей окружности (360°) 4 раза.

Присутствие квадратного муара на оттиске из-за его резкой выраженности недопустимо. Поэтому формы для двухкрасочного печатания изготавливают таким образом, чтобы углы между растровыми сетками обеспечивали получение на оттиске только розеточного муара. Однако розеточный муар в секторе $20\text{--}70^\circ$ имеет разный характер. Наименее заметен он при 30 -градусной установке второго растра. Таким образом, углы поворота растровых систем для двухкрасочной печати должны составлять 0 и 30° .

Рассмотрим общую причину появления муара. Вследствие поворота отдельных растров на разные углы растровые элементы различных красок в принципе не должны совпадать друг с другом, однако на практике они совпадают. Если один растр неподвижен, а второй повернут, то центр его вращения может совпадать с центром растровой точки второго растра. По мере удаления от центра элементы обоих растров будут последовательно удаляться друг от друга, а затем сближаться до совмещения.

В результате на отдельных участках оттиска растровые элементы будут разобщены, на других они будут частично перекрыты, а на некоторых будут полностью совпадать. А это сопровождается периодическим изменением оптической плотности отдельных участков изображения и их цвета от некоторого минимума до некоторого максимума, что определяет не только характер рисунка муара, но и его контраст. Наиболее явно подобная периодичность наблюдается при возникновении квадратного муара, в вершинах которого располагаются полностью совмещенные растровые элементы. Расстояние между ними вдоль одной из сторон квадрата называется периодом муара [1].

Величина периода d , выраженная в миллиметрах, зависит от угла поворота α и линиатуры растра. Для системы, состоящей из двух растров, период будет равен:

$$d = \frac{a}{2 \sin \alpha / 2}, \quad (9.6)$$

где a — растровое расстояние, мм ($a = 10 / A$, здесь A — линиатура растра, лин./см).

Из выражения следует, что с увеличением линиатуры растра (т. е. с уменьшением a) и угла поворота период квадратного муара

уменьшается.

Различимость квадратного муара в тех угловых пределах, где он должен возникать, зависит:

- 1) от оптических свойств печатных красок;
- 2) толщины их слоя;
- 3) порядка наложения красок;
- 4) условий печатания («по-сырому» или «по-сухому»).

Чем выше оптическая плотность красок, тем выше контраст муара. Поэтому черные краски обеспечивают наиболее заметный муар. При многокрасочном печатании наибольшую роль в его образовании играют, помимо черной, голубая и пурпурная краски. Желтая краска в сочетании с ними муара практически не образует.

При такой установке растров образуется квадратный муар, но он наблюдается только при использовании оптически темных, например черных, красок. Муар при печати светлыми (желтой и пурпурной) красками не будет видим только при условии печатания пурпурной краской по уже закрепившемуся слою желтой краски. Если в желтую краску ввести коричневую или красную, то при тех же условиях печатания возникает малоконтрастный, однако вполне различимый квадратный муар. При печатании «по-сырому» вследствие проникновения в желтую краску более темных пигментов других красок она также становится темнее, что приводит к появлению видимого муара. Чем больше толщина слоя краски и выше четкость растровых элементов на оттиске, тем муар заметнее. Поэтому на оттисках высокой печати его контраст выше, чем на оттисках офсетной печати.

Контраст муара зависит также от соотношения площади печатающих и пробельных элементов на оттиске. В наибольшей степени это положение сказывается в глубокой печати. Площадь печатающих элементов форм глубокой печати, как правило, значительно больше площади пробельных. После печатания пробелы в тенях и полутонах изображения затягиваются растекающейся краской. В светах слой краски имеет малую толщину, а сами печатающие элементы характеризуются нечеткостью. Поэтому на оттисках глубокой печати муара не возникает.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ ПЕЧАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ

Лекция 10

В лекции рассматриваются основные этапы подготовки бумаги и краски к печатанию в производственных условиях. Изучается процесс акклиматизации бумаги и условия его проведения. Особое место отводится лабораторной проверке свойств печатных материалов на предмет их соответствия друг другу и условиям проведения печатного процесса.

10.1. ПОДГОТОВКА БУМАГИ К ПЕЧАТАНИЮ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Операция подготовки бумаги по своему назначению и содержанию является общей для всех основных способов печати, и особенности ее проведения определяются в первую очередь типом печатной машины с точки зрения бумаги (листовой или рулонной), которую она использует.

Подготовка листовой бумаги к печатанию проводится, как правило, в помещениях бумажного склада и состоит из операций:

1) нарезки бумаги на нужный формат (если формат поступившей бумаги не соответствует формату печатания);

2) подрезки кромок бумаги с выверкой и фиксацией «верного» угла, равного 90° и образуемого продольным и поперечным краями листа, по которым будет производиться выравнивание листа при подаче его в печатные секции, разрезке после запечатывания на нужные доли и фальцовке тетради;

3) подсчета бумаги и укладки в стеллажи.

Именно на этой стадии подготовки бумаги лаборатория предприятия должна оперативно проверять ее влагосодержание для того, чтобы, во-первых, определить соответствие его стандартным нормам и, во-вторых, сопоставить этот показатель с величиной равновесной влажности бумаги по отношению к действительным климатическим условиям печатного цеха.

Лабораторная проверка в зависимости от конкретных условий может включать в себя оценку таких показателей бумаги, как состав по волокну, масса, плотность, толщина, зольность, анизотропия (различие свойств листа в машинном и поперечном направлениях), неоднородность лицевой и сеточной сторон, рН (показатель, имеющий особую важность для офсетной печати) и т. д. К числу контролируемых показателей относятся прочностные (механические) свойства бумаги: прочность на разрыв, сопротивление надрыву, упругость и сжимаемость, пылимость, когезионная и физико-химическая прочность поверхностного слоя бумаги.

Проверке также должны подвергаться такие свойства бумаги, которые проявляются при непосредственном взаимодействии с печатной краской на различных стадиях получения оттиска: гладкость, степень проклейки, впитывающая способность, устойчивость бумаги к воздействию увлажняющего раствора, прозрачность, светопроницаемость, белизна, глянец, наличие абразивных частиц.

Подготовка рулонной бумаги заключается в освобождении рулонов бумаги от упаковки (амбалажа), во внешнем осмотре и удалении испорченных слоев (срыва), наличие которых будет свидетельствовать о нарушениях, сопровождающих процесс перевозки, внутризаводской транспортировки и хранения бумаги. К числу серьезных дефектов рулонной бумаги относят нецилиндричность формы рулона, которая наряду с неправильными транспортировкой и хранением может быть вызвана также отклонениями в толщине бумажного полотна и неравномерной намоткой. Этот дефект приводит к изменению усилия натяжения бумаги при прохождении через печатную машину и к невозможности обеспечения точной приводки оттиска. Важно контролировать также фиксацию на торцевой стороне рулона мест склейки бумажного полотна.

Важное место в подготовке бумаги к печатанию принадлежит ее акклиматизации. Акклиматизация бумаги — это такая технологическая операция, в результате которой температура и влажность бумаги приводятся в равновесное состояние с температурой и влажностью воздуха в помещении печатного цеха. Отсутствие такого равновесия влечет за собой изменение размеров, нарушение плоскостности бумажного листа (коробление краев, волнистость), а также ряд других дефектов, вызывающих появление брака в процессе печатания тиража. Наиболее важна акклиматизация бумаги для офсетной печати, что обусловлено наличием в ней дополнительного дестабилизирующего фактора — увлажняющего раствора. Однако в ряде случаев акклиматизация бумаги проводится в глубокой и высокой печати, особенно при выполнении сложных многокрасочных работ [1].

Назначение акклиматизации:

– устранение внутренних напряжений, возникающих в бумаге при ее изготовлении, транспортировке и хранении в упакованном состоянии. Именно наличие в бумаге внутренних напряжений является потенциальным источником деформационных изменений бумаги и нежелательных технологических осложнений, прежде всего — несомещения красок при многокрасочном печатании;

– обеспечение размерной и деформационной стабильности бумаги во время печатания, исключаяющей восприятие или потерю бумагой некоторого количества влаги, приводящих к ухудшению ее печатно-технических свойств;

– уменьшение вероятности возникновения на поверхности бумаги зарядов статического электричества, делающих практически невозможным нормальный печатный процесс без применения нейтрализующих устройств.

В соответствии с технологическими инструкциями акклиматизация бумаги проводится в обязательном порядке в тех случаях, когда перепад относительной влажности бумаги в стопе и воздуха в помещении цеха превышает $\pm 10\%$ или перепад относительной влажности воздуха внутри стопы бумаги больше $\pm 5\%$.

Акклиматизацию листовой бумаги проводят в атмосфере печатного цеха при условии достаточно интенсивной циркуляции воздуха. В практике работы зарубежных полиграфических предприятий достаточно широкое распространение получила поставка листовой бумаги в герметизированной упаковке. При условии строгого соблюдения климатических условий в помещении печатного цеха такая бумага непосредственно после снятия упаковки может быть пущена в работу при сохранении ее высокой деформационной стойкости. Рулонная бумага при значительных перепадах влажности выдерживается в течение определенного времени (от нескольких часов до нескольких суток) в помещении печатного цеха.

10.2. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ КРАСОК ВЫСОКОЙ, ОФСЕТНОЙ, ГЛУБОКОЙ И ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ К ПЕЧАТАНИЮ ТИРАЖА

Целью подготовки красок для всех способов печати является придание им необходимых колористических и печатно-технических

свойств в соответствии с видом, характером, назначением и сроком службы печатной продукции, особенностями применяемой бумаги и оборудования, на котором производится печатание.

Процесс подготовки красок высокой и офсетной печати начинается с подбора краски, наиболее отвечающей колористическим характеристикам воспроизводимого оригинала по цвету и оттенку.

Следующим этапом подготовки красок высокой и офсетной печати является проверка в лабораторных условиях с использованием соответствующих вспомогательных устройств, приборов и регламентированной методики важнейших печатно-технических свойств красок.

При этом исследуются две группы свойств красок [1]:

1) свойства краски в массе;

2) свойства краски, проявляемые при взаимодействии с печатной формой и запечатываемым материалом.

К первой группе относятся такие показатели краски, как степень перетира, вязкость, липкость, склонность к пылению, вероятность отверждения на валиках печатной машины, тиксотропные свойства, красящая сила.

Вторая группа включает определение коэффициента краскопереноса, особенностей восприятия краски печатной формой и запечатываемым материалом (прежде всего при печатании «по-сырому»), вероятности выщипывания используемой краской тиражной печатной бумаги, скорости закрепления краски на оттиске, вероятности возникновения отмарывания краски и пробивания бумаги. Сюда входит также оценка оптических и цветовых показателей изображения: оптической плотности, цветового тона, насыщенности, яркости, кроющей способности, прозрачности, гляцевитости и светостойкости оттиска, а также его четкости и равномерности.

Важное значение имеет проверка в лабораторных условиях прочностных характеристик оттиска: прочности к истиранию, устойчивости к воде и различным растворителям, а также к лакированию.

Проверка красок практически по всем показателям, входящим во вторую группу, требует изготовления пробных оттисков с применением пробопечатных устройств в стандартных условиях и при оптимизированных режимах взаимодействия бумаги с краской.

Заключительная операция подготовки краски — корректировка их печатно-технических свойств с учетом результатов испытаний путем применения вспомогательных средств различного назначения: сиккативов (способствующих ускорению закрепления краски на оттиске), паст (замедляющих высыхание краски на валиках и цилиндрах кра-

сочного аппарата), смягчительных паст (снижающих когезионную прочность краски и тем самым уменьшающих вероятность возникновения выщипывания бумаги), специальных паст (снижающих липкость краски, степень эмульгирования в увлажняющем растворе), а также добавок, предотвращающих пыление краски.

Подготовка маловязких красок глубокой и флексографской печати, в целом предполагающая выполнение всех вышеперечисленных операций, т. е. их подбора, проверки и корректировки печатно-технических свойств, имеет некоторые отличия.

Проверке в лаборатории подлежат такие характеристики красок, как степень перетира на базе разнообразных методик, не связанных с применением клина (в связи с очень быстрым испарением растворителя) и микроскопа (из-за слишком высокой интенсивности красок); содержание загрязняющих примесей (с использованием стандартных сеток с количеством ячеек до 10 000 на 1 см²); плотность (с помощью ареометра); условная вязкость. Также контролируют характер воздействия растворителей флексографских красок на фотополимерные печатные формы и склонность красок глубокой печати к сошлифовыванию и абразивному истиранию металлических формных цилиндров.

Контролю в лабораторных условиях подлежат продолжительность закрепления краски на оттиске, прочность сцепления сухого остатка краски с подложкой, склонность оттисков к слипанию, градационные и цветовые показатели оттисков и их глянецитость. Объектами измерения во всех этих случаях служат, как правило, пробные оттиски, изготавливаемые перед началом печатания на пробопечатных или тиражных машинах.

Краски для глубокой печати поставляются на предприятия в концентрированном виде, что связано с необходимостью уменьшения количества испаряющегося растворителя. Их вязкость при этом примерно в 1,5 раза превышает величину, которая должна характеризовать краску, непосредственно используемую в печатной машине. Доведение вязкости краски до заданного значения путем добавления к ней нужного количества соответствующего растворителя и тщательного ее перемешивания является первой из выполняемых в типографии подготовительных операций.

Далее в соответствии с характеристиками оригинала и результатами пробного печатания производится необходимая корректировка цвета и оттенка красок.

Номенклатура корректирующих добавок, используемых при подготовке красок глубокой печати, ограничена. К ним относят разбави-

тели, загустители и пеногасители, а также ослабители, вводимые в краску для уменьшения ее интенсивности при сохранении неизменными показателей вязкотекучести.

Подготовленная краска в целях очистки от загрязнений твердых частиц и других примесей фильтруется непосредственно в красочный резервуар через мелкоячеистую (до 5000 ячеек на 1 см²) капроновую или металлическую сетку, а затем перемешивается. Непосредственно перед началом печатания тиража снова проверяется и при необходимости регулируется вязкость краски.

Подготовка флексографских красок близка к процессу подготовки красок глубокой печати. Перед употреблением, особенно при длительном хранении, краски должны подвергаться интенсивному перемешиванию в течение нескольких минут для равномерного распределения пигмента в связующем, т. е. для достижения структурной однородности. После перемешивания и фильтрации краски изготавливаются пробные оттиски и производится контроль оптических и цветовых характеристик.

ТЕХНОЛОГИЯ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 11

В лекции изучаются типовые схемы подготовки листовых и рулонных ротационных машин к печатанию тиража. Рассматриваются технологические особенности работы увлажняющих аппаратов различных конструкций. Определяется состав и требования к увлажняющим растворам. Изучается процесс эмульгирования и факторы, на него влияющие. Приводится сравнительная технико-экономическая характеристика многокрасочной печати «по-сухому» и «по-сырому», а также последовательность наложения красок при печатании.

11.1. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ЛИСТОВЫХ И РУЛОННЫХ РОТАЦИОННЫХ ОФСЕТНЫХ МАШИН К ПЕЧАТАНИЮ ТИРАЖА

Типовая схема подготовки листовых и рулонных ротационных офсетных машин к печатанию тиража включает операции подготовки [1]:

- 1) печатного аппарата;
- 2) листо- или лентопитающего устройства;
- 3) увлажняющего аппарата;
- 4) красочного аппарата;
- 5) приемно-выводного устройства.

Подготовка печатного аппарата включает в себя:

- 1) выбор и контроль размерных параметров резинотканевых пластин и поддекельных материалов;
- 2) натяжение упругоэластичного декеля на офсетный цилиндр;
- 3) проверку, установку и приладку печатных форм;
- 4) регулировку давления между цилиндрами печатного аппарата.

Одним из основных материалов, влияющих на качество изображения, является резинотканевая пластина. Она должна обладать хорошим восприятием краски и достаточно полной отдачей ее бумаге, устойчивостью к действию связующих и растворителей красок, высокой упругоэластичностью, твердостью.

Одним из наиболее важных показателей офсетных резинотканевых пластин является их жесткость. Минимальная величина графических искажений штриховых и растровых элементов на оттиске может быть достигнута при соответствии жесткости резинотканевой пластины скорости печатания и печатно-техническим свойствам применяемой бумаги.

Кроме того, четкость воспроизведения контуров печатающих элементов во многом зависит от состояния рабочей поверхности резинотканевой пластины. Блестящая гладкая поверхность пластины не обладает высокой краскоемкостью, что не позволяет получать изображение предельной оптической плотности. Поверхность пластины должна быть равномерно матовой. Экспериментально установлено, что величина микронеровностей поверхности пластины не должна превышать 0,5–0,8 мкм. Превышение данной величины приводит к нарушению четкости передачи элементов изображения.

При выборе состава декеля предпочтение следует отдавать такому, который обеспечивает максимальное сжатие при наименьшей общей нагрузке на печатную машину. Данному требованию наиболее отвечает жесткий декель. Однако размерные неточности в полосе контакта, обусловленные микронеровностями поверхности цилиндров, разнотолщинностью форм, бумаги и самих декельных материалов, делают необходимым применение декелей средней и малой жесткости, повышенная деформация которых затрудняет настройку печатного аппарата и ухудшает качество оттиска. После выбора декеля для печатания тиража производится его установка. При установке необходимо следить за тем, чтобы направление основы РТП располагалось по окружности.

Следующий этап подготовки печатного аппарата — проверка, установка и приладка печатных форм. Прежде всего проверяют качество печатной формы, на которой не должно быть вмятин, царапин, следов коррозии. Края пластины должны быть ровными. Толщина печатной формы должна строго соответствовать величине, указанной в паспорте машины. При установке и закреплении формной пластины на формном цилиндре она должна изгибаться по радиусу цилиндра. При этом ее приповерхностные участки (включая само изображение) растягиваются, а внутренние сжимаются. Для получения оттисков требуемого качества разнотолщинность в пределах одной пластины не должна превышать $\pm 0,02$ мм.

Далее выполняют установку и приладку печатной формы. Для приладки печатных форм в машине предусмотрены специальные устройства, которые позволяют смещать цилиндр с установленной на нем печатной формой по окружности и вдоль образующей. При установке

и совмещении форм в машине проверяют плотность их прилегания к цилиндрам, надежность закрепления в зажимных планках, наличие на формах меток печатника.

Следующий этап подготовки печатного аппарата — регулировка давления между цилиндрами печатного аппарата. Поскольку давление в процессе печатания зависит от толщины формы и декеля и через деформацию декеля оказывает влияние на размеры и другие показатели качества изображения на оттиске, его необходимо регулировать перемещением офсетного цилиндра относительно формного и печатного цилиндров. Для создания равномерного давления вдоль образующей цилиндров в полосах контакта цилиндры печатного аппарата должны быть расположены параллельно друг другу. Это достигается установкой одинакового зазора между контрольными кольцами цилиндров с двух сторон машины.

Величина зазоров между цилиндрами устанавливается в соответствии с паспортными характеристиками машины, толщиной печатной формы и бумаги. Толщина декеля, определяемая величиной зазоров, регулируется путем подкладывания под РТП калиброванных листов бумаги. Однако использование калиброванных листов не должно нарушать соотношения диаметров формного и печатного цилиндров, от которого зависят линейные размеры изображения на оттиске.

Подготовка бумагопроводящей системы — общая для всех основных способов печатания и односторонних печатных машин операция, которая дифференцируется только в зависимости от вида бумаги (листовой или рулонной).

Подготовка бумагопроводящей системы для листовых машин состоит из следующих операций:

- 1) зарядка бумаги в самонаклад;
- 2) установка листоотделяющих и листотранспортирующих устройств;
- 3) установка передних и боковых упоров;
- 4) наладка устройств, регулирующих и контролирующих подачу бумаги (электрических или фотоэлектрических систем, регулирующих высоту подъема стапеля самонаклада, предотвращающих подачу двойных листов, контролирующих положение листов по отношению друг к другу, фиксирующих правильность перехвата листов (при наличии в машине нескольких печатных секций), и осуществляющих подсчет отпечатанной продукции);
- 5) установка приемного устройства (сталкивателей) по формату бумаги.

Подготовка бумагопроводящей системы для рулонных машин состоит из следующих операций:

- 1) установка рулона в машину;

2) проводка бумаги через печатные секции и печатание пробных оттисков;

3) наладка контрольно-регулирующих устройств (электрических или фотоэлектрических систем, контролирующих размотку рулона и своевременно подводящих новый рулон в рабочее положение (при использовании многолучевого зарядного устройства), следящих за положением боковых кромок бумажного полотна, улавливающих места его склейки, останавливающих машину при разрыве бумаги, контролирующих работу фальцаппарата и подсчитывающих отпечатанную продукцию).

В подготовку увлажняющего аппарата входят следующие операции:

- 1) приладка накатных и передаточного валиков;
- 2) заполнение емкости увлажняющим раствором;
- 3) регулировка подачи увлажняющего раствора на форму.

Подготовка красочного аппарата включает следующие операции:

- 1) смывка краски с валиков и цилиндров красочного аппарата (с помощью специальных смывочных устройств и с применением растворителей на органической или водной основе);
- 2) установка и приладка накатных красочных валиков;
- 3) установка и приладка передаточного красочного валика к дукторному и раскатному цилиндрам;
- 4) установка и регулировка раскатных валиков;
- 5) проверка зазора между ножом и дукторным цилиндром;
- 6) зарядка красочного ящика и регулировка подачи краски.

11.2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УВЛАЖНЯЮЩИХ АППАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ. СОСТАВ И ТРЕБОВАНИЯ К УВЛАЖНЯЮЩИМ РАСТВОРАМ

По способу нанесения увлажняющего раствора на поверхность печатной формы увлажняющие аппараты делятся на контактные и бесконтактные [4].

Под контактными увлажняющими аппаратами понимают такие, в которых нанесение увлажняющего раствора осуществляется посредством контактного механического взаимодействия печатной формы и накатных валиков, прижимаемых к форме с определенным давлением.

Контактное дозирование может быть прерывистым и непрерывным. С целью выравнивания подачи влаги на форму в увлажняющих аппаратах с прерывистым дозированием накатные валики покрывают

гигроскопическими оболочками с большой влагоемкостью. Само прерывистое дозирование осуществляется с помощью качающегося передаточного валика или дуктора специальной конструкции. Увлажняющий аппарат с прерывистым дозированием обычно подает раствор на форму до ее контакта с накатными валиками красочного аппарата.

Увлажняющие аппараты с непрерывным контактным дозированием бывают отдельными с красочным аппаратом, т. е. с подачей раствора непосредственно на печатную форму, объединенными с красочными аппаратами, т. е. использующими в качестве накатных красочные валики, и комбинированными, позволяющими осуществлять оба варианта нанесения увлажняющего раствора на печатную форму. Аппараты с непрерывным контактным дозированием представляют собой ряд находящихся в контакте друг с другом эластичных валиков и твердых цилиндров. В качестве устройства дозирования используется частично погруженный в резервуар с увлажняющим раствором дукторный цилиндр, скорость вращения которого регулируется. Регулирование количества подаваемого раствора осуществляется за счет разности линейных скоростей в зоне контакта, по крайней мере, одной пары валиков. Такие увлажняющие аппараты называют пленочными по аналогии с пленочными питающими группами красочных аппаратов.

В бесконтактных аппаратах нанесение раствора на форму осуществляется за счет распыления или конденсации влаги либо с помощью нанесения большого количества влаги с валика, установленного с зазором к поверхности печатной формы с последующим удалением избытка раствора струей сжатого воздуха. Это так называемые увлажняющие аппараты с «воздушным ракелем». Контактные увлажняющие аппараты по способу дозирования раствора разделяются на аппараты с контактным и бесконтактным дозированием. Слой увлажняющего раствора в последнем случае бесконтактно наносится на поверхность распределительных или накатных валиков.

Количество увлажняющего раствора, подаваемого на форму в процессе печати, должно соответствовать оптимальному значению, которое зависит от печатно-технических свойств формы, краски, бумаги, соотношения площадей пробельных и печатающих элементов. При увеличении количества увлажняющего раствора, подаваемого на форму, происходит снижение оптической плотности оттисков. Избыточное увлажнение формы приводит к эмульгированию краски и, следовательно, к снижению интенсивности печатного изображения. Недостаток увлажняющего раствора вызывает закатывание краской пробельных элементов формы. Поэтому при проведении печатания на

офсетных машинах получение продукции хорошего качества возможно только при соблюдении баланса «краска – увлажняющий раствор».

В процессе печатания в краску может переходить до 30–40% увлажняющего раствора. Если содержание воды в краске в количестве 5–15% мало сказывается на насыщенности и оптической плотности изображения и на изменении печатно-технических свойств самой краски, то увеличение его до 20–22% приводит к снижению насыщенности изображения. Снижение насыщенности, в свою очередь, может быть скомпенсировано регулировкой красочного аппарата, и потому это количество увлажняющего раствора считается предельно допустимым. При большем количестве влаги в краске качество оттисков становится неудовлетворительным.

Состав увлажняющего раствора должен подбираться в зависимости от применяемых форм, бумаги и краски и должен содержать [1]:

1) минеральный электролит. Электролиты, с одной стороны, способствуют образованию более плотных слоев гидрофильных полимеров, которые обладают большей физико-химической устойчивостью, чем слои, образованные одними полимерами. С другой стороны, минеральные электролиты, адсорбируясь на свободных активных центрах, не занятых молекулами гидрофильных полимеров, препятствуют адсорбции на них ПАВ, что также уменьшает вероятность за жиривания формы;

2) гидрофильный полимер;

3) ингибитор коррозии;

4) буферное вещество, например фосфорную кислоту и ее соли, — для постоянства рН увлажняющего раствора;

5) деэмульгатор — будет препятствовать эмульгированию офсетных красок и способствовать разрушению образующихся эмульсий.

Общие требования к увлажняющему раствору:

1) увлажняющий раствор должен хорошо смачивать гидрофильные слои пробельных элементов и обеспечивать постоянство их свойств в процессе печатания;

2) увлажняющий раствор не должен депрессировать олеофильные слои печатающих элементов, вызывать эмульгирование офсетных красок и изменение их спектральных и структурно-механических характеристик, вызывать коррозию металлов формы и деталей печатной машины, быть агрессивным по отношению к бумаге и вызывать изменение ее молекулярно-поверхностных, структурно-механических и оптических свойств, не должен иметь цвета и запаха, а также содержать токсичных веществ;

3) стоимость увлажняющего раствора должна быть невысокой.

11.3. СПИРТОВОЕ УВЛАЖНЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ. ЭМУЛЬГИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО УМЕНЬШЕНИЯ

В настоящее время наиболее распространена система спиртового увлажнения форм.

Достоинства:

- спирт снижает статическое и динамическое поверхностное натяжение и быстро устанавливает баланс «краска – вода»;
- повышает вязкость увлажняющего раствора;
- выделяет тепло при испарении, что способствует лучшему высыханию печатной краски;
- замедляет рост бактерий в увлажняющем растворе.

Недостатки:

- спирт достаточно дорог, требует специальных условий хранения;
- изопропиловый спирт является химически агрессивным веществом, и его использование сокращает срок службы резиновых валиков увлажняющего и красочного аппаратов;
- спирт испаряется в процессе работы, поддержание процентного содержания спирта в растворе требует специальных мер (холодильные устройства, поддержание постоянной температуры и влажности в помещении и др.);
- вред здоровью печатника и экологии.

В процессе печатания могут возникать явления, при которых пробельные элементы офсетных форм начинают терять свою устойчивость и становятся восприимчивыми к краске, вследствие чего происходит загрязнение оттиска. К таким явлениям относятся тенение и зажиривание форм. Несмотря на то, что эти явления дают одинаковый результат, физико-химическая природа их различна, а также различны и причины, их вызывающие [1].

Под тенением понимают равномерное окрашивание пробельных элементов частицами краски, попадающими вместе с увлажняющим раствором на форму. Молекулярная природа пробельных элементов при этом не изменяется.

Зажиривание — это закатывание краской пробельных элементов, при котором изменяется их молекулярная природа.

Причинами тенения могут быть:

- 1) переход в процессе печатания из краски и бумаги в увлажняющий раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ), растворимых в

воде. При попадании капелек краски в увлажняющий раствор они могут стабилизироваться этими веществами с образованием эмульсии типа «масло – вода» (М/В). Такая эмульсия адсорбируется на пробельных элементах формы, вызывая ее тенение;

2) попадание ПАВ, извлекаемых в процессе печатания увлажняющим раствором, вместе с этим раствором в краску и (как следствие большой поверхностной активности ПАВ) вытеснение связующего с поверхности пигмента. Пигмент переходит в увлажняющий раствор и вызывает тенение формы. Поэтому на форме и встречаются частички пигмента.

Явление тенения пробельных элементов форм может быть устранено, если ликвидировать вызвавшие его причины. Так, например, можно заменить бумагу и краску, содержащие ПАВ, которые вызывают тенение и подобрать оптимальный состав увлажняющего раствора. Поскольку сцепление эмульсии М/В и пигмента с гидрофильным слоем непрочное, они могут быть удалены с поверхности этого слоя при протирании формы гидрофилизующим раствором. При протирании, однако, может нарушиться целостность поверхностного слоя пробельных элементов, поэтому для восстановления гидрофильных свойств этих элементов рекомендуется обработка формы гидрофилизующим раствором.

Зажиривание форм возникает в следующих случаях:

1) когда пробельные элементы теряют свои гидрофильные свойства в результате механического повреждения слоя или нарушения их физико-химической устойчивости;

2) когда слой водного увлажняющего раствора не защищает пробельные элементы от контакта их с краской.

Из краски при ее контакте с пробельными элементами могут извлекаться жирные кислоты, которые, диффундируя через гидрофильный слой, адсорбируются на металле, ориентируясь своей полярной группой в сторону металла, а гидрофобным радикалом наружу, что приводит к изменению гидрофильных свойств пробельных элементов.

Водорастворимые ПАВ, попадая из краски и бумаги в увлажняющий раствор, также могут адсорбироваться на участках, не занятых гидрофилизатором, или даже могут вытеснить гидрофилизатор, если они химически взаимодействуют с металлом-основой пробельных элементов. Это равным образом приводит к нарушению физико-химической устойчивости пробельных элементов, ухудшению их гидрофильных свойств. Краска будет адсорбироваться на пробельных элементах, вызывая их зажиривание.

Степень за жиривания зависит от времени контакта увлажняющего раствора с краской: чем больше время этого контакта, тем больше переходит в увлажняющий раствор молекул, вызывающих за жиривание. Кроме того, при длительном контакте возможно набухание гидрофильной пленки полимера, в результате чего она может переноситься на офсетное полотно и бумагу, а обнаженные участки пробельных элементов могут при наличии в краске и увлажняющем растворе ПАВ, вызывающих за жиривание, закатываться краской.

Устойчивость пробельных элементов зависит как от процесса гидрофилизации, так и от процесса увлажнения: от режимов этих процессов, составов и свойств применяемых растворов.

Возникновение за жиривания более вероятно при повышенном значении рН увлажняющего раствора, когда попадающие в него ПАВ обладают наибольшей активностью. Поэтому величина рН увлажняющего раствора должна быть в пределах 5,3–7,5 в зависимости от формы, краски и бумаги.

В процессе печатания при контакте печатной формы с увлажняющими валиками на поверхности пробельных элементов образуется пленка увлажняющего раствора, которая при последующем накате краски соприкасается с красочными валиками. При отрыве валиков часть раствора переходит на эти валики, а с них переносится в красочный аппарат. При попадании воды в красочный аппарат образуется эмульсия типа «вода – масло» (В/М). ПАВ, находящиеся в краске, снижают поверхностное натяжение на границе «краска – увлажняющий раствор» и тем самым способствуют эмульгированию красок. Кроме того, эти ПАВ, адсорбируясь на границей «капля увлажняющего раствора – краска», повышают устойчивость эмульсии В/М.

Эмульсия В/М не нарушает избирательного смачивания пробельных и печатающих элементов, так как наружной фазой, контактирующей с печатающими элементами, остается гидрофобное связующее. Вместе с тем присутствие увлажняющего раствора в краске приводит к изменению ее реологических и других свойств и условий раската, что оказывает влияние на качество оттиска.

На содержание влаги в краске оказывают влияние температура и влажность воздуха печатного цеха. Чем больше температура и меньше относительная влажность, тем больше влаги испаряется с формы и меньше переходит в краску. При увеличении относительной влажности воздуха уменьшается скорость испарения влаги не только той, которая находится на форме, но и той, которая находится в красочном аппарате, что приводит к повышению вероятности эмульгирования

красок. Оптимальными для печатного цеха условиями являются температура 20–25°С и относительная влажность 55%.

На эмульгирование также оказывают влияние состав и особенности конструкции красочного аппарата. Наличие в красочном аппарате нескольких раскатных цилиндров позволяет лучше защищать краску от попадания увлажняющего раствора, чем большое количество цилиндров малого диаметра.

Степень эмульгирования офсетных красок определяется поверхностным натяжением на границе «краска – увлажняющий раствор». Чем больше разность между поверхностным натяжением увлажняющего раствора и краски, тем больше поверхностное натяжение на границе и тем меньше вероятность эмульгирования.

Чтобы уменьшить эмульгирование красок, необходимо уменьшить количество подаваемого на форму увлажняющего раствора, сохранив при этом устойчивость гидрофильных свойств пробельных элементов. Это достигается увеличением смачивающей способности увлажняющего раствора путем введения в его состав поверхностно-активных веществ. Подбирать ПАВ следует таким образом, чтобы они физически адсорбировались на поверхности пробельных элементов, ориентируясь полярной группой к воде, а неполярной — к металлу.

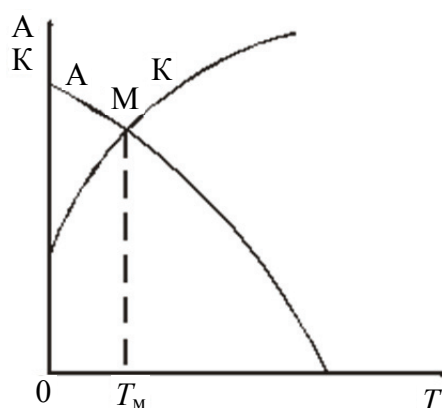
Степень эмульгирования краски в увлажняющем растворе зависит также от применяемой бумаги. Так, при печатании на мелованной бумаге может происходить экстрагирование ПАВ из мелового слоя в увлажняющий раствор, на форму, валики, резинотканевое полотно. Если этот слой недостаточно задублен, то поверхностное натяжение увлажняющего раствора может снизиться до 13 мН/м.

11.4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОКРАСОЧНОЙ ПЕЧАТИ «ПО-СУХОМУ» И «ПО-СЫРОМУ». ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАЛОЖЕНИЯ КРАСОК И ФАКТОРЫ, ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

Формирование цветного изображения в процессе многокрасочного печатания может происходить или при условии нанесения каждой последующей краски на высохший слой ранее отпечатанной, или без

предварительного закрепления предыдущей. Первый способ называется печатанием «по-сухому», а второй — «по-сырому».

При печатании «по-сухому» каждая последующая краска поступает на оттиск через несколько часов после того, как отпечатана предыдущая. За это время предварительно отпечатанная краска претерпевает значительные изменения. Вязкость и когезионная прочность ее резко возрастают. Изменяются поверхностные свойства, в частности снижается смачивающая способность. Изменение смачивающей способности красочного слоя при закреплении свидетельствует об изменении его полярности и адгезионных свойств. Установлено, что при увеличении времени закрепления когезионная прочность печатных красок возрастает, адгезия же уменьшается (рисунок) [1].



Изменение адгезионной (А) и когезионной (К) прочности краски со временем

По истечении некоторого времени адгезия и когезия становятся равными. С увеличением времени величина когезии становится больше адгезии. Следовательно, время T_m является критическим, так как при времени, большем T_m , закрепившаяся краска не будет воспринимать следующую.

Таким образом, при печатании «по-сухому» необходимо устанавливать время закрепления красок меньше критического времени, т. е. тогда, когда величина адгезии превышает когезию. При печатании «по-сухому» растровые элементы на оттисках образуют более четкие контуры, чем в случае печатания «по-сырому». Толщина слоя каждой краски не отличается от толщин слоев других красок, так как коэффициент перехода практически одинаков для всех красок. Не происходит также смешивания красочных слоев из-за отсутствия процессов диффузии.

Недостатком печатания «по-сухому» является длительность процесса печатания, сложность корректирования цвета при печатании очередной краски.

Печатание «по-сырому» свободно от большинства недостатков, свойственных печатанию «по-сухому». Как правило, оно производится на высокоскоростных листовых и рулонных ротационных машинах. На таких машинах за один листопрогон последовательно с перерывом 0,1–0,3 с между печатанием смежных красок осуществляется перенос их с отдельных форм на запечатываемый материал. За такой непродолжительный промежуток времени краска, поступившая на оттиск в состоянии предельно разрушенной структуры, вступает в контакт со следующей краской при незначительном изменении своей вязкости. Поверхностные свойства и активность ее функциональных групп за это время также почти не меняются, поэтому в точках контакта первая краска практически мгновенно сливается с предыдущей. Граница раздела фаз в этих точках исчезает. А это приводит к диффузии молекул и макромолекул связующего, а с ними и частиц пигмента из одной фазы в другую. Вместе с тем заметно изменяется характер перехода каждой последующей краски. Переход одной и той же краски при контакте с бумагой и с подвижно-жидким слоем ее не одинаков. В первом случае он будет больше, чем во втором.

При печатании на практически невпитывающем материале переход краски определяется толщиной ее слоя на форме и условиями проведения печатного процесса. При печатании в тех же условиях переход второй краски определяется не только толщиной ее слоя на форме, но и толщиной подвижного слоя краски на оттиске. После контакта двух слоев красок граница раздела между ними исчезает. Образуется единый слой, общая толщина которого в момент печатного контакта будет равна сумме толщин слоев красок на оттиске и форме (или промежуточной красконесущей поверхности).

В реальных условиях печатания переход зависит от гладкости запечатываемого материала, его впитывающей способности, вязкости красок и т. д. Поэтому фактически переход второй краски обычно на 6–8% ниже, чем переход этой же краски на бумагу. Примерно на столько же снижается переход и остальных красок.

Из сказанного можно сделать следующие выводы:

1) прочность прилипания, или адгезия красок, участвующих в печатном процессе, должна быть больше когезионной прочности любой из этих красок;

2) во время печатания когезионная прочность всех красок должна быть различной. Для этого в условиях практики изменяют вязкость красок, соблюдая требование, что каждая последующая краска имела вязкость меньшую, чем предыдущая.

В случае если вязкость первой краски окажется меньше, чем второй, то линия разрыва при взаимодействии ее со стороны следующей краски будет проходить в объеме первой краски, т. е. вместо нормального перехода вторая краска будет снимать с оттиска часть первой.

Печатание «по-сырому» имеет ряд неоспоримых как организационных, так и экономических преимуществ. Применение многокрасочных машин позволяет ускорить выпуск продукции, повысить производительность труда, снизить себестоимость продукции и сократить производственные площади, занятые оборудованием.

При многокрасочном печатании взаимоотношение красочных слоев и характер их перехода не определяются однозначно. Здесь прослеживается зависимость от поверхностных реологических свойств тонких слоев красок, их оптических свойств и условий проведения печатного процесса. Особенно изменчивы первые два свойства из-за их зависимости от времени закрепления красок. Что касается оптических свойств, то при учете рассеивающей способности красок целесообразно печатать в последовательности — желтая, пурпурная, голубая. В ряде случаев этот порядок выдерживается (например, в глубокой печати, где из-за большой толщины слоя желтой краски ее рассеивающая способность сильно сказывается на снижении цветового охвата при печатании ее после остальных красок). В то же время практика офсетной печати свидетельствуют о нарушении этого правила. Это связано:

1) с трудностью осуществления приводки последующей краски, если первой печатается желтая краска, обладающая в тонком слое малой насыщенностью и большей светлотой. Поэтому в практических условиях предпочитают начинать печатание более контрастными красками — пурпурной или голубой;

2) с учетом преобладающего цвета в оригинале.

Черная краска печатается первой в тех случаях, когда в живописном оригинале содержится много черного цвета, или в случае, где текст сопровождается небольшими по размеру цветными иллюстрациями. При печатании тремя красками может быть выбрано 6 различных вариантов их наложения, а при 4-красочной печати вариантов наложения может быть 24.

Однако независимо от выбора порядка наложения, лаборатория полиграфического предприятия устанавливает условия, при которых в процессе тиражного печатания будет обеспечен нормальный переход и закрепление краски на многокрасочных оттисках.

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОЙ ПЕЧАТИ В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 12

В лекции изучаются типовые схемы подготовки машин высокой печати к печатанию тиража. Рассматривается качественный состав современных приправочных материалов и способы выполнения приправки.

12.1. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ МАШИН ВЫСОКОЙ ПЕЧАТИ К ПЕЧАТАНИЮ ТИРАЖА

Типовая схема подготовки машин высокой печати к печатанию тиража включает нижеперечисленные операции [1].

1. Подготовка бумагопроводящей системы.
2. Подготовка красочного аппарата.
3. Подготовка печатного аппарата.

Особенности подготовки бумагопроводящей системы и красочного аппарата смотрите в теме «Технология офсетной печати в упаковочном производстве».

Подготовка печатного аппарата включает операцию установки декеля на печатный цилиндр. Декель машин высокой печати является многослойным, в нем можно выделить 2 части: постоянную и сменную, состав которых для различных типов машин, видов форм и характера работы регламентируется технологическими инструкциями. Постоянная часть, непосредственно прилегающая к давящей поверхности, более жесткая и обычно более тонкая, предназначена для компенсации путем собственных деформаций неровностей, постоянных для данной печатной пары и связанных с отклонением размеров ее элементов от номинальных значений. Сменная часть, располагающаяся под запечатываемым материалом — менее жесткая и примерно вдвое более толстая — компенсирует в первую очередь неровности данной печатной формы, характеризующейся определенной неточностью роста и индивидуальным коэффициентом заполнения. В соответствии с этим замена сменной части декеля производится по окончании печатания каждого тиража, в то время как постоянная часть используется в течение 4–6 месяцев.

Однако многослойные декели имеют ряд существенных недостатков, проявляющихся прежде всего в неоднородности декельных композиций и отдельных слоев по толщине и структурно-механическим (деформационным) свойствам, в продолжительном времени приработки, т. е. стабилизации деформационных характеристик, а также в невысокой упругости и сравнительно низкой доле обратимых деформаций в суммарной величине деформации декеля.

12.2. ПРИПРАВКА. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СПОСОБЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРИПРАВКИ

Обязательной операцией подготовки печатного аппарата машин высокой печати является приправка.

Приправка — комплекс подготовительных операций, обеспечивающих в процессе печатания регулировку давления по форме для обеспечения полной пропечатки элементов изображения, достаточно высокой и равномерной насыщенности штрихов, текста и правильного тоновоспроизведения [1].

Приправка вызвана следующими основными причинами:

1) концентрацией напряжений на краях печатающих элементов формы при вдавливании их в декель;

2) метрическими отклонениями от нормы роста печатной формы или ее элементов;

3) различной площадью отдельных печатающих элементов и их неодинаковым расстоянием друг от друга. При этом мелкие элементы требуют меньшего давления по сравнению с крупными. Чем ближе печатающие элементы друг к другу, тем большее требуется давление. При печати с растровых форм необходимо обеспечить большее давление на темные и меньшее на светлые участки;

4) неточностями изготовления печатного аппарата, печатного и формного цилиндров, а также его износом.

Все известные способы приправки можно условно разделить на 4 группы.

1. Способы, реализуемые после установки формы в машину. Для осуществления приправки с установленной в машину формы печатают на листе тиражной бумаги оттиск. Затем на участки оттиска, полученные с недостаточным давлением, наклеивают бумагу. Также заклеивают бумагой участки, требующие повышенного давления, например крупно-

кегельные заголовки. Участки оттиска, где было чрезмерное давление, вырезают. Полученный таким образом приправочный лист наклеивают на сменную часть декеля и затягивают чистым листом бумаги. При необходимости приправку повторяют еще раз.

2. Способы, реализуемые после изготовления печатной формы до установки ее в машину. Эти способы предусматривают использование специальных приправочных материалов и вспомогательных устройств. К ним относятся:

а) электронно-гравировальный способ, который заключается в изготовлении приправочного рельефа на специальной плотной бумаге, покрытой меловым слоем с помощью электронно-гравировального автомата. Резец автомата удаляет с бумаги меловой слой в соответствии с градацией изображения, образуя рельеф различной высоты (максимальный в темных участках);

б) способ изготовления пенорельефной приправки, основанный на способности некоторых материалов вспениваться под влиянием нагрева. Для изготовления рельефа используют специальную фольгу со слоем термопластичного полимера, на которой печатают изображение черной краской с растровой формы. Полученный оттиск подвергают в специальной установке инфракрасному облучению. При этом красочный слой поглощает лучи, в результате чего происходит разогревание находящегося под ним термопластичного слоя и образование в нем газообразных продуктов. Они вспенивают и расширяют этот слой, создавая рельеф, высота которого зависит от размера растровых точек на оттиске. Чем крупнее точки, тем темнее участки и выше рельеф;

в) способ изготовления порошковой приправки, основанный на запудривании свежотпечатанного оттиска термопластическим порошком и закреплении его нагреванием. Высота сплавленного приправочного рельефа зависит от запечатанной площади отдельных элементов растрового изображения.

3. Способы изготовления приправочного рельефа одновременно с изготовлением печатной формы, известные в настоящее время в двух модификациях:

а) градационная приправка на фотополимерной фольге (чаще всего — полиэфирной), на которую нанесен слой фотополимеризующейся композиции, аналогичной по составу композиции, используемой при изготовлении фотополимерных форм. После экспонирования на такую фольгу негатива, используемого для изготовления печатной формы, производится обработка экспонированной фольги. Полученный приправочный рельеф подклеивается под печатную форму;

б) градационная приправка на термочувствительном материале, не требующем получения красочного оттиска. Верхний (рабочий) слой приправочного материала содержит светочувствительные диазосмолы для позитивного или негативного копирования. После экспонирования на него растрового диапозитива или негатива и соответствующей фототехнической обработки копии изображение, полученное на материале, подвергается обычной термообработке. В результате получается приправочный рельеф, высота которого соответствует градации тонов изображения.

4. Введение приправки в печатную форму в процессе ее изготовления (автоприправка). Используется при изготовлении фотополимерных форм высокой печати. При растривании создаются условия для получения градационных переходов в результате изменения размера печатающих элементов формы. Основа для создания автоприправки закладывается в негативных фотоформах. Полнота полимеризации при экспонировании является пропорциональной величине прозрачного растрового элемента на фотоформе: слой на участках светов и полутонов изображения в процессе полимеризации задубливается не столь сильно, как слой на участках теней, и поэтому оказывается достаточно пластичным. Поэтому печатающие элементы в светах и полутонах более подвержены растворению, и в процессе вымывания неэкспонированной композиции их рост несколько уменьшается. Кроме того, в процессе сушки формы такие не полностью заполимеризованные элементы дают заметную усадку, величина которой обратно пропорциональна относительной площади печатающих элементов. Таким образом, готовая печатная форма содержит градационный приправочный рельеф.

ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 13

В лекции рассматриваются типовые схемы подготовки листовых и рулонных ротационных машин к печатанию тиража. Изучаются особенности подготовительно-наладочного процесса глубокой печати, а также основные пути совершенствования технологического процесса, предусматривающие печатание красками на водной основе и перенос краски в электрическом поле. Приводятся основные дефекты глубокой печати, причины и способы их устранения.

13.1. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ЛИСТОВЫХ И РУЛОННЫХ РОТАЦИОННЫХ МАШИН ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ К ПЕЧАТАНИЮ ТИРАЖА

Доля глубокой печати на рынке упаковки составляет около 17%. Традиционная сфера применения глубокой печати: производство упаковочной продукции среднего и высокого качества. За последнее время произошло сокращение доли глубокой печати на рынке упаковки в связи с повышением качества флексографии и более высокой экономичностью флексографской и офсетной печати в сфере малотиражного производства. Эта тенденция продолжает нарастать, и многие виды продукции, традиционно изготавливаемые методом глубокой печати (этикетки, блистерные упаковки, эластичные пакеты, пластиковые мешки и т. п.), переходят в сферу применения флексографской и офсетной печати. Глубокая печать превосходит другие способы печати по диапазону запечатываемых материалов, уровню цветонасыщенности, возможности применения металлизированных красок, достаточно высокому качеству и возможности печатать сверхкрупные тиражи благодаря повышенной тиражестойкости печатных форм.

Типовая схема подготовки листовых машин к печатанию тиража [1].

1. Проверка состояния машины и смазка ее основных рабочих узлов.
2. Установка печатной формы (формного цилиндра) в машину.

3. Удаление (при необходимости) декеля и замена его новым, тщательно калибруемым по толщине.

4. Обкатка и периодическое подтягивание декеля в течение 10–15 мин для обеспечения равномерности усилия и плотности натяжения.

5. Очистка и промывка красочного резервуара и загрузка его предварительно подготовленной печатной краской.

6. Установка и закрепление ракеля.

7. Зарядка самонаклада бумагой и подготовка бумагопроводящей системы.

8. Включение машины на рабочую скорость и получение пробных оттисков.

9. Приводка изображения на оттиске путем перемещения формного цилиндра в осевом (а на некоторых машинах и в радиальном) направлении и регулировка положения передних и боковых упоров.

10. Приправка формы.

11. Включение машины на рабочую скорость и отработка оптимального режима печатания (регулировка в технологически необходимых пределах угла установки и усилия прижима ракеля к печатной форме, изменение при необходимости давления между формным и печатным цилиндрами, контроль и дополнительная корректировка вязкости краски).

12. Утверждение оттиска к печатанию.

13. Включение машины на рабочую скорость.

14. Систематический контроль режимных параметров печатного процесса (скорости печатания, вязкости краски, равномерности подачи бумаги и т. п.).

15. Контроль качества продукции.

Типовая схема подготовки рулонных машин к печатанию тиража.

1. Проверка состояния машины и смазка ее основных рабочих узлов.

2. Включение воздуходушных обогревателей запечатанного бумажного полотна и регулировка температуры воздуха в калориферах в пределах 50–60°C.

3. Установка печатных форм (формных цилиндров) в машину.

4. Подготовка рулонов бумаги и закрепление их в конусах зарядного устройства. Включение устройства для автоматической склейки бумаги.

5. Проводка бумажного полотна через печатную машину и регулировка равномерности его натяжения.

6. Очистка и промывка красочного резервуара и загрузка его предварительно подготовленной печатной краской.

7. Установка и закрепление ракелей.

8. Включение машины на рабочую скорость.

9. Приводка изображения на оттиске, осуществляемая перемещением формных цилиндров в осевом и радиальном направлениях, регулировкой натяжных устройств между печатными секциями и изменением положения рулона бумаги в осевом направлении.

10. Наладка автоматической системы контроля и регулирования приводки.

11. Включение машины на рабочую скорость и отработка оптимального режима печатания.

12. Утверждение оттиска к печатанию.

13. Включение машины на рабочую скорость.

14. Систематический контроль режимных параметров печатного процесса и работы автоматических устройств (для склейки бумажного полотна, стабилизации приводки, регулирования вязкости краски).

15. Контроль качества продукции.

13.2. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-НАЛАДОЧНОГО ПРОЦЕССА В ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ

Формный цилиндр глубокой печати представляет собой бесшовную форму. Благодаря тому, что формный цилиндр глубокой печати не имеет выемок, печатный аппарат отличается хорошими динамическими характеристиками, а машины глубокой печати характеризуются наивысшими скоростями работы.

Печатный цилиндр имеет упругоэластичную оболочку. В современных машинах оболочка печатного цилиндра выполняется в виде бесшовной гильзы и может легко заменяться. Диаметр печатного цилиндра, как правило, меньше диаметра формного цилиндра. Делается это для того, чтобы уменьшить площадь печатного контакта, понизив таким образом величину суммарного давления печати. Уменьшение диаметра печатного цилиндра возможно только до некоторого предела, определяемого требуемой величиной его жесткости.

В связи с тем что многие марки красок, применяемых в глубокой печати, имеют в качестве основы легковоспламеняющиеся летучие растворители, вредные для здоровья обслуживающего персонала, очень важным является обеспечение безопасных условий работы. Поэтому конструкция красочного аппарата должна обеспечивать защиту от попадания паров летучих растворителей в окружающую среду.

В каждой секции глубокой печати обязательно устанавливается сушильное устройство, служащее для закрепления наносимых в процессе печатания красок. Сушильные устройства машин глубокой печати должны отвечать следующим требованиям:

- 1) равномерное по ширине и длине просушивание полотна до такой степени, чтобы исключить отмарывание краски на взаимодействующих с ней поверхностях;
- 2) пожаро- и взрывобезопасность; эффективный отвод воздуха с парами растворителя;
- 3) минимальная энергоемкость.

Выбор типа сушильных устройств зависит от свойств применяемых красок. В связи с тем что в глубокой печати широко используются краски на основе летучих растворителей, недопустимо применение газопламенных устройств, а также сушилок с открытыми нагревательными элементами. Наиболее часто в машинах глубокой печати применяются сушилки горячим воздухом (конвективно-воздуходувные устройства). Сушилка горячим воздухом представляет собой вентилятор, нагнетающий воздух через нагреватель к запечатываемому полотну. В нагревателе могут использоваться паровые, водяные, масляные или электрические теплообменники. Нагнетаемый воздух насыщается парами летучих растворителей или воды и удаляется вытяжным вентилятором.

Для того чтобы предотвратить нарушение теплового режима в печатных секциях, а также снизить температуру красочной пленки, полотно после выхода из сушильной зоны должно охлаждаться. Охлаждающие устройства выполняются обычно в виде полых лентоведущих цилиндров, внутри которых циркулирует охлаждающая жидкость.

Эффективным способом автоматизации изготовления упаковки является оснащение машины глубокой печати работающими в линию секциями послепечатной обработки запечатанной ленты. Таким образом, печатная машина превращается в печатно-отделочную линию. Наибольшее распространение получили следующие виды послепечатной обработки: горячее и холодное тиснение фольгой; конгревное тиснение; ламинирование; высечка; разрезка; перфорация.

Привод в современных машинах глубокой печати может быть централизованным или индивидуальным для каждой секции. В большинстве моделей машин глубокой печати по-прежнему применяется традиционная конструкция с приводом механизмов от главного электродвигателя через вал, идущий вдоль машины. Однако в последнее время все более широкое распространение получает концепция индивидуальных приводов печатных секций, при реализации которой привод каждой секции соединен с отдельным асинхронным двигателем

переменного тока, а синхронизация двигателей между собой осуществляется электронной системой управления.

Принципиальной особенностью процесса глубокой печати является использование сменных формных цилиндров. Ширина формных цилиндров в листовых и рулонных машинах лежит в диапазоне от 60 до 260 см, а их диаметры от 20 до 50 см. Это обуславливает наличие в комплекте вспомогательного оборудования печатных цехов специальных стеллажей для хранения формных цилиндров и тележек для их перевозки, исключающих малейшее повреждение зеркальной рабочей поверхности, а на печатных машинах – механических и электрических приспособлений, уменьшающих затраты времени и физических усилий на смену форм.

Важное место в подготовительном процессе глубокой печати занимает получение пробных оттисков, необходимых для выполнения операций приводки и приправки. Рациональная организация производственного процесса требует вынесения этих операций за пределы тиражной печатной машины. Это становится возможным при одном из двух условий:

1) при создании специальных пробопечатных станков к листовым и рулонным машинам глубокой печати;

2) при выделении для проведения пробного печатания и связанных с ним подготовительных операций листовых и рулонных машин из состава действующего оборудования.

Немаловажным фактором при печатании является вязкость краски глубокой печати, которую перед употреблением необходимо разбавлять. Вязкость, при которой краска используется в печатных машинах, называется рабочей. Оптимальное значение рабочей вязкости красок определяется совокупным влиянием следующих технологических факторов:

1) составом краски, т. е. типом и концентрацией пигмента, относительной долей и видом растворителя;

2) впитывающей способностью бумаги, регулирующей скорость и глубину поглощения бумагой краски;

3) глубиной растровых ячеек формы, определяющей характер заполнения их краской и полноту ее отдачи, т. е. параметры, приобретающие особенно большое значение при печатании с высокими скоростями;

4) скоростью печатания, формирующей требования к взаимодействию краски с запечатываемым материалом в момент печатного контакта и к условиям последующей термообработки запечатанного бумажного полотна (или листа).

13.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОКРАСОЧНОЙ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ. ГЛУБОКАЯ ПЕЧАТЬ КРАСКАМИ НА ВОДНОЙ И ВОДНО-СПИРТОВОЙ ОСНОВАХ: ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНЫМ ПЕЧАТНЫМ МАТЕРИАЛАМ

При подготовке к многокрасочному печатанию на листовых и рулонных машинах необходимо изготовить пробные оттиски. Именно на пробопечатном оборудовании должна проверяться пригодность комплекта цветоделенных форм к использованию для печатания тиража с точки зрения точности совмещения изображений. При этом расхождение в приводке отдельных красок не должно превышать 0,15 мм. Вторая задача пробного печатания — оптимизация режимных параметров печатания тиража по результатам цветового синтеза, которая решается посредством использования комплекта цветоизмерительной аппаратуры и контрольных шкал в сочетании с методами настройки и регулирования основных рабочих элементов печатной машины.

Для нормального проведения многокрасочного печатания на листовых машинах необходимо соблюдение трех основных условий:

1) постоянство скорости печатания для группы одно- или двухкрасочных машин, используемых для последовательного изготовления одного и того же заказа;

2) предотвращение деформации бумаги между последовательными прогонами. Реализация этого требования в глубокой печати осложняется интенсивным воздухообменом, оказывающим дестабилизирующее влияние на температуру и влажность в помещении печатного цеха. Поэтому в цехах глубокой печати часто используются увлажнители воздуха, находящегося в цехе, или принудительное увлажнение нагнетаемого воздушного потока. Вероятность возникновения деформации бумаги возрастает при уменьшении ее массы и что очень важно при нарушении последовательности печатания текста и иллюстраций. При воспроизведении иллюстраций отдельно от текста следует в первую очередь производить печатание цветных изображений и только потом печатать текст;

3) обеспечение идентичности градационных характеристик тиражных и пробных цветоделенных шкал.

Печатание на рулонных машинах требует тщательного периодического контроля состояния несъемной резиновой облицовки печатного цилиндра. Опыт показывает, что применение слишком тонких резиновых покрытий вызывает усиленный прогиб печатного цилиндра, тогда

как более толстые слои резины частично его компенсируют. Верхний предел толщины несъемной резиновой облицовки составляет 20 мм. Приемлемым средним значением толщины является цифра 6–8 мм.

Совершенствование процесса глубокой печати неразрывно связано с заменой токсичных летучих органических растворителей печатных красок нетоксичными, не представляющими опасности в пожарном отношении [1].

Краски на водорастворимых связующих, содержащих многоатомные спирты, акриловые сополимеры и т. п., достаточно широко используются в изготовлении отдельных видов печатной продукции, в том числе газетных приложений, упаковочных материалов и т. д. Их преимущества — исключение загрязнения воздушной среды, пожаробезопасность, устранение резких запахов и опасности возникновения зарядов статического электричества. Однако данная проблема полностью не решена. К числу наиболее важных вопросов, требующих дополнительной проработки, относятся вопросы, затрагивающие структуру и реологические свойства самих красок, а также особенности их взаимодействия с запечатываемым материалом и поведение в печатной машине.

Краски на водной основе имеют более высокую величину рабочей вязкости и в то же время менее интенсивны, что вызывает необходимость повышения степени дисперсности пигментов, их концентрации, а также некоторого увеличения глубины травления растровых ячеек печатной формы, особенно в глубоких тенях.

Сравнительно невысокая скорость испарения воды не обеспечивает при современных скоростях печатания достаточно полного закрепления краски на оттиске, что требует либо интенсификации термообработки запечатанного материала с использованием высокоэнергетических устройств, либо уменьшения скорости работы печатной машины. Кроме того, впитывание водной фазы краски в бумагу ухудшает ее прочностные характеристики, но при этом увеличивает вероятность размерной деформации бумаги, существенно осложняющей процесс приводки, особенно при многокрасочном печатании. Водорастворимые связующие практически исключают возможность получения оттисков с высокой гляцевитостью.

Другими важными проблемами являются необходимость существенного повышения коррозионной стойкости основных рабочих узлов печатных машин, уменьшение трудоемкости смывки краски, которая в силу ряда причин может высыхать на формном цилиндре, тщательное соблюдение условий хранения красок, особенно в зимний период, поскольку водосодержащее связующее при низких температурах способно к замерзанию.

Широкому внедрению красок на водной основе препятствует также отсутствие бумаги с необходимыми свойствами. В отличие от органических растворителей вода вызывает набухание целлюлозных волокон, разрушение межволоконных связей, а также деформацию бумаги (проявляющуюся в изменении линейных размеров, скручивании, короблении и сморщивании) и снижение ее прочности на разрыв.

13.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ КРАСКОПЕРЕНОСА. ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ ГЛУБОКОЙ ПЕЧАТИ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ

Принцип переноса краски в электрическом поле заключается в создании высокого напряжения генератором через электропроводящую резиновую облицовку промежуточного валика (армированную металлической сеткой) и подаче напряжения в зону переноса краски [1].

Преимущества переноса краски в электрическом поле заключаются в следующем:

1) при заметном (в некоторых случаях почти двукратном) снижении давления обеспечиваются достаточно полный выход краски из растровых ячеек формы на запечатываемый материал и более равномерная пропечатка изображения на бумагах различной гладкости;

2) перенос краски в электрическом поле снижает величину необходимого давления и уменьшает тем самым динамические нагрузки и механический износ печатной формы и промежуточного валика, температурную деформацию эластичной оболочки печатного валика.

Основные неполадки в процессе печатания. К дефектам, вызываемых печатной формой, относятся:

1) «кометы», возникающие, как правило, при печатании с нехромированных форм и проявляющиеся в образовании на их поверхности вмятин неправильной формы в связи с появлением в зоне, прилегающей к рабочей кромке ракеля, твердых инородных частиц. «Кометы» могут быть также следствием разрушения в процессе печатания растровых опорных линий;

2) тенение, т. е. появление на незапечатанных участках оттиска легкого тона и в то же время визуального повышения оптической плотности в светах и полутонах. Одна из причин возникновения —

неудовлетворительно отполированная поверхность формного цилиндра, делающая невозможным надежное функционирование ракеля;

3) появление на оттиске постороннего узора в форме сетки, состоящей из тонких нерегулярных штрихов, обусловливаемое возникновением избыточных напряжений на границе меди и хрома при чрезмерно быстром охлаждении формного цилиндра после хромирования;

4) нарушение графической и градационной точности печатания, являющееся результатом повреждения или строения хромового покрытия на поверхности печатной формы. Этот дефект может вызываться и чрезмерно большим усилием прижима ракеля.

Дефекты, вызываемые ракелем:

1) повреждение рабочей кромки ракеля при воздействии твердых частиц. Это прежде всего полошение, т. е. появление на оттиске одной или нескольких сплошных линий, проходящих в направлении движения бумажного полотна или листа в печатной машине и периодически смещающихся в ту или иную сторону в соответствии с осевым перемещением ракеля. При значительном нарушении ракедь должен быть заменен;

2) вибрация ракеля, возникающая, если инородные частицы присутствуют на поверхности печатной формы или в медном слое, и приводящая к образованию на оттиске небольших параллельных штрихов, иногда прерывающихся белой точкой.

Дефекты, вызываемые бумагой и краской:

1) погрешности бумаги, обусловленные некачественным ее изготовлением или неправильным хранением, вызывают колебания натяжения бумажного полотна, особенно заметные при печатании на высоких скоростях. А это вызывает дробление изображения, которое возникает, когда некоторые («провисающие») участки бумаги приходят в соприкосновение с печатной формой еще до линии печатного контакта. Вследствие этого на оттиске возникают расплывчатые, нерезкие и частично сдвоенные контуры элементов изображения;

2) электризация бумаги;

3) выщипывание бумаги;

4) сдваивание контуров изображения (особенно в темных участках), обусловливаемое выплескиванием краски из растровых ячеек в результате действия центробежных сил. В этом случае вязкость краски слишком низка. Но в то же время слишком вязкая краска будет образовывать на кромке ракеля сгустки, превращающиеся затем в тяжи. Эти тяжи проявляются на оттиске в виде резких полос различной длины и ширины, располагающихся большей частью на краях текстовых и иллюстрационных фрагментов изображения;

5) «прострелы», т. е. светлые, незапечатанные участки различной величины и конфигурации, возникающие преимущественно в светах и полутонах и растянутые в направлении вращения формы. Главные причины их — вспенивание краски или неудовлетворительные условия перемещения ее в красочной системе, а также не соответствующая процессу печатания величина поверхностного натяжения краски;

6) на качестве печати может также сказаться неверное сочетание материалов. Например, при запечатывании мелованного картона на машине без сушки нельзя использовать краску для печати по бурому картону. Краски для бурого картона обычно делают непрозрачными, более медленными и менее водостойкими. При запечатывании мелованного картона «неправильной» краской могут появиться отмарывание и проблемы с цветопередачей при наложении цветов. Возможно, краска вообще не будет накладываться на материалы;

7) плохое наложение краски (непропечатка). Этот дефект может проявиться как на невпитывающей подложке, так и на слишком пористой или неровной. Необходимо отрегулировать толщину красочного слоя и улучшить смачивание поверхности материала, а также определить требуемую скорость высыхания краски.

Дефекты, связанные с технологической регулировкой печатной машины:

1) недостаточное или неправильно отрегулированное давление печатания (в сочетании с высокой жесткостью или шероховатостью поверхности бумаги) и, как следствие, отсутствие плотного и полного контакта между печатной формой и запечатываемым материалом вызывают заметную потерю деталей изображения или его непропечатку;

2) неточная регулировка усилия и равномерности натяжения бумажного полотна, а также подачи горячего воздуха в термокамеру для обработки оттисков после печатания являются причинами отмарывания и перетискивания краски.

ТЕХНОЛОГИЯ ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 14

Лекция посвящена изучению технологического процесса флексографской печати. Рассматриваются характеристики и свойства печатных красок в зависимости от свойств запечатываемого материала. Изучается типовая схема подготовки машин флексографской печати к печатанию тиража. Рассматриваются устройства монтажа форм флексографской печати. Описываются возможности реализации принципов флексографской печати в печатно-отделочных линиях.

14.1. ПЕЧАТНЫЕ КРАСКИ ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ, ИХ СОСТАВ И СВОЙСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ЗАПЕЧАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наиболее часто в флексографии используются два типа красок: водорастворимые и спирторастворимые. Оба типа имеют в своем составе красящий пигмент и жидкую основу.

При высыхании краски на носителе жидкий компонент испаряется. В результате итоговое количество краски составляет 60–70% от перенесенного при печати, в связи с чем для достижения необходимой оптической плотности при печати высоколиниатурных полноцветных работ применяют анилоксы с большим объемом переноса краски [5].

Водорастворимые краски — самые универсальные. Они незаметны для печати на упаковочных материалах, непосредственно контактирующих с пищевыми продуктами. Однако при использовании красок этого типа сложно добиться высокого качества печати, поскольку вода испаряется медленно. Так как количество воды, которое нужно для разведения, заранее определить сложно, то и вариации цвета могут оказаться весьма существенными. Избыток воды уменьшает насыщенность краски, поэтому продукция, отпечатанная водными красками, иногда выглядит бледно. Водные краски сложнее смывать, особенно если они успели подсохнуть. Адгезия водных красок к невпи-

тывающим материалам весьма невысокая (сильно зависит от серии и материала, но в любом случае хуже, чем у красок других типов). Рас- тискивание при использовании водных красок выше, поэтому каче- ственная печать высоких линиатур сложнее. Однако у водных красок есть главное достоинство — в 2–4 раза меньшая, чем у УФ-красок, це- на. Из вышесказанного ясно, что водные краски лучше всего использо- вать для печати несложных работ на бумажных материалах.

Спиртовые краски имеют массу достоинств: быстро сохнут, обес- печивая высокие скорости печати, и позволяют достигать большего закрепления на непитывающих поверхностях. Для качественной вы- соколиниатурной печати производители анилоксов максимально уве- личивают глубину ячеек, но это усложняет их очистку от быстросох- нущих красок, которые высыхают быстро не только на носителе, но и в красочном аппарате. Недостатки у спиртовых красок те же, что и у водных, за исключением двух моментов: спиртовые краски хорошо закрепляются на непитывающих поверхностях и их легче смывать. К специфическим недостаткам относятся резкий запах растворителя (нужна хорошая система вытяжки), необходимость утилизации отра- ботанных красок и пожароопасность. Машина, работающая на спир- товых красках, должна иметь взрывобезопасное исполнение электри- ческих разъемов. Стоимость спиртовых красок приблизительно равна стоимости водных.

УФ-краски изготавливаются на основе веществ, полимеризую- щихся под воздействием ультрафиолетового излучения. В них отсут- ствует испаряющийся элемент, и после сушки на запечатанном мате- риале остается 100% перенесенной краски. При использовании стан- дартного анилокса это позволяет получать более толстый слой краски и более насыщенные цвета, что важно при полноцветной печати. УФ- краски устойчивы и к истиранию, и к химическим воздействиям.

Запечатывание бумаги. Спиртовые краски используются для за- печатывания бумаги, мелованного и немелованного картона. Они от- личаются относительно низкой стоимостью, высокой интенсивностью и хорошими печатными свойствами. Однако печатная продукция, из- готовленная при помощи таких красок, практически не обладает устойчивостью. Поэтому при производстве пакетов для муки и меш- ков для цемента, используются пигментированные флексографские краски на основе связующих веществ, растворимых в этаноле, или на основе пигментированных водных красок [5].

Запечатывание алюминиевой фольги. Флексографским способом печати на алюминиевой фольге выполняются небольшие заказы: сва-

ривающаяся, запаиваемая фольга для молочных продуктов (йогуртов, творога), запаиваемая покровная фольга для продавленных упаковок таблеток в фармацевтической сфере, оберточная фольга для конфет и полых шоколадных фигур. Эта продукция может изготавливаться преимущественно на алюминиевой фольге, предварительно покрытой лаком, при помощи печатной краски из нитроцеллюлозы на основе спирта или альтернативно без предварительного покрытия лаком при помощи специальной модификации краски из нитроцеллюлозы. При запечатывании алюминиевой фольги, например в секторе молочных продуктов часто выдвигаются высокие требования в отношении устойчивости красок при сваривании. Для флексографской печати могут изготавливаться краски на основе производных целлюлозы, растворимых в спирте, которые допускают температуру при сваривании/запайивании до 260°C в зависимости от условий сваривания, вида спекания при сваривании, давления и продолжительности.

Запечатывание полиэтиленовой, полипропиленовой и соэкструдированной полипропиленовой пленки. Данный процесс ранее выполнялся печатными красками на основе полиамида. Флексографские краски на основе полиамида отличаются хорошим схватыванием (даже на материалах с недостаточной предварительной обработкой), а также очень слабой тенденцией к слипанию. Специальные регулировки позволяют производить запечатывание материалов с двусторонней предварительной обработкой без прилипания к предварительно обработанной оборотной стороне. Благодаря этим свойствам краски и лаки на основе полиамида предназначаются для изготовления упаковки методом холодного склеивания, при котором холодная клеящая масса наносится на оборотную сторону материала. Недостатком являются термопластические свойства полиамидных смол. Изготовленные из них краски имеют низкую устойчивость к свариванию, поэтому пригодны для изготовления упаковки методом сварки только при условии, если место сварки не запечатано.

Запечатывание полиамидной и полиэфирной пленки. Полиэфирная и полиамидная пленка также находит широкое применение в сфере упаковки и, как правило, припрессовывается после запечатывания к полиэтилену или алюминию и полипропилену. При выборе полиэфирной пленки следует различать материал без предварительной обработки и материал с предварительной обработкой. Для печатания на специальной полиэфирной пленке, которая предварительно обработана изготовителем, существуют краски на основе спирта или эфира, чтобы можно было использовать фотополимерные формы. Небла-

гоприятна ситуация с необработанной полиэфирной пленкой, на которой в настоящее время только краски на основе поливинилхлорида с эфиром имеют хорошее схватывание и способны к припрессовке.

Запечатывание металлизированной пленки. Эта пленка может производиться посредством осаждения паров алюминия в вакууме на всю поверхность пленки или в виде полос. Благодаря применению металлизированной пленки в упаковке, с одной стороны, можно улучшить защиту от света и кислорода и продлить, таким образом, срок хранения упаковываемого продукта, а с другой стороны, упаковка благодаря оптическим свойствам запечатанной металлизированной пленки приобретает привлекательность. Металлизированная полиэфирная пленка, как правило, применяется для производства свариваемой упаковки, например вакуумной упаковки для кофе. Из-за отсутствия сварочных свойств полиэфирная пленка припрессовывается к полиэтилену или полипропилену. Металлизированная литая полипропиленовая пленка используется, главным образом, для обертки кондитерских изделий. Поскольку здесь не выдвигается никаких особых требований, например термоустойчивости, запечатывание может производиться простыми красками. Запечатывание оборотной стороны металлизированной пленки очень сложно, так как она, как правило, предварительно не обрабатывается. В таких случаях после предварительной обработки коронным разрядом на поточной линии следует нанести специальный слой двухкомпонентной грунтовки для улучшения адгезии краски.

14.2. ТИПОВАЯ СХЕМА ПОДГОТОВКИ МАШИН ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ К ПЕЧАТАНИЮ ТИРАЖА

Классификация машин флексографской печати:

1) по назначению:

а) универсальные — для печатания на различных рулонных материалах: бумаге, полимерных пленках, алюминиевой фольге и др. Продукция с этих машин выходит смотанной в рулон или разрезанной на листы;

б) машины, агрегатированные с другим оборудованием и специализированные на печатании какого-либо одного вида продукции. К таким машинам относятся агрегаты для изготовления мешков из полиэтиленовой пленки, которые осуществляют печатание, сварку и вырубку;

2) по красочности — одно- и многокрасочные (до 10 секций);

3) по построению — секционные и планетарные. Секционные машины подразделяют на ярусные и линейные. Ярусные компоуются

из типовых печатно-красочных модулей по вертикали, а линейные — по горизонтали.

Ярусные обычно имеют от 2 до 6 красочных аппаратов. В этих машинах лента запечатываемого материала последовательно проходит через печатные секции, которые расположены вертикально (ярусами). Такие машины позволяют печатать с лица и оборота материала одновременно. Материал специальной системой валов может переворачиваться. Возможна печать как на нерастягивающихся жестких, так и на эластичных материалах.

Секционные (линейные) обычно имеют от 2 до 6 красочных аппаратов. В этих машинах лента запечатываемого материала последовательно проходит через печатные секции, после каждой необходима сушка. Такие машины в основном используются для печати на нерастягивающихся жестких материалах, иначе нарушается приводка, точность которой 0,02 мм. Формат – 250–1200 мм.

Машины планетарного построения обеспечивают большую точность совмещения красок при печатании на легкодеформирующихся пленочных материалах и используются в основном для односторонней печати;

4) по виду запечатываемого материала — листовые и рулонные. При этом флексографские печатные машины в основном рулонные. Исключение составляют листовые машины секционного линейного построения для печати на гофрокартоне. Очень редко встречаются листовые машины для гибких материалов.

Перед печатанием тиража выполняют операции по подготовке материалов и печатной машины к печатанию. Технология подготовки запечатываемых материалов зависит от их вида. Например, рулонную бумагу подготавливают так же, как и в других способах печати. А полимерные пленки для лучшей адгезии печатной краски обычно подвергают специальной обработке: тепловой, электрической или химической.

Подготовка машины к печатанию включает следующие операции [1]:

- 1) подготовка сменного формного цилиндра и печатных форм;
- 2) монтаж печатных форм с помощью двусторонней липкой ленты;
- 3) установка формных цилиндров с закрепленными на них печатными формами в печатные секции машины и выверка равномерности прижима формного и печатного цилиндров;
- 4) заполнение красочного резервуара краской и регулировка усилия прижима между валиками красочного аппарата, между ракелем и анилоксовым валиком;

5) зарядка рулонного устройства запечатываемым материалом и проводка его через все печатные секции в выводное устройство ма-

шины. Регулировка натяжения полотна в зоне размотки, между секциями и в зоне вывода из машины;

6) регулировка выводного устройства, давления печатания, сушильных и охлаждающих устройств;

7) приводка;

8) получение пробных оттисков и утверждение их к печатанию тиража;

9) печатание тиража.

Печатные формы приклеивают к поверхности формных цилиндров липкой двухсторонней лентой или специальным клеем.

В процессе печатания упругоэластичная деформация печатных форм компенсирует геометрические отклонения в росте печатающих элементов, рабочих поверхностей печатного аппарата машины, компенсирует неровности запечатываемого материала. Благодаря этому печатание ведется практически без декеля и приправки при очень низком давлении.

14.3. МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ

Главным условием высококачественной флексографской печати является монтаж формы на формном цилиндре с точным соблюдением приводки. Монтаж формы на остановленной машине оправдан только в исключительных случаях из-за высоких требований к повышению производительности.

Существуют несколько способов выполнения операции монтажа [5].

1. Монтаж печатной формы вручную производится без применения оборудования в машине или вне машины. Первое предполагает полную остановку машины, что может представлять проблему при современных требованиях к оптимальному использованию мощности. Но это неизбежно на печатных машинах, в которых невозможна (или возможна с высокими затратами) выемка формного цилиндра.

При монтаже печатной формы вручную в качестве ориентира служит начерченная, насеченная или выгравированная линия на поверхности формного цилиндра, которая проходит параллельно оси цилиндра. Печатная форма располагается под прямым углом к ней. Для боковой ориентации служат размерные линии. Для данного вида монтажа необязательны приводочные метки на форме, он может ори-

ентироваться по печатному изображению или краям формы, если они точно обрезаны.

Монтаж формы вручную целесообразен при однокрасочных заказах или заказах, не требующих точного соблюдения приводки. Он также используется, если на каждой печатной секции монтируется только одна цельная форма, а не несколько мелких форм, как для узкорулонной и этикеточной печати. Однако метод монтажа вручную имеет некоторые ограничения. Например, монтаж форм больших размеров затруднителен и требует большого опыта.

2. Системы приводки монтажа работают в 2 этапа при помощи двух элементов: сверлильного устройства и приводочной шины с соответствующими штифтами для монтажа формы на формном цилиндре. На первом этапе при сверлении печатной формы возможны 2 различных способа.

При первом на негативах и неэкспонированных фотополимерных пластинах сверлильным устройством на кромке делается ряд отверстий. Во время экспонирования формы негатив и необработанная пластина скрепляются при помощи приводочных штифтов. По окончании процесса изготовления каждая печатная форма комплекта цветоделенных печатных форм имеет идентичные приводочные отверстия.

При втором способе на отмеченных местах готовой печатной формы высверливаются отверстия, например, это могут быть приводочные кресты, которые при экспонировании генерируются негативом.

Второй этап монтажа печатной формы при помощи приводочных систем производится непосредственно на формном цилиндре в машине или вне ее. Специально согласованная с геометрией и интервалом между высверленными отверстиями приводочная шина укрепляется на формном цилиндре параллельно оси. Затем форма одевается на приводочные штифты и закрепляется на формном цилиндре с двухсторонней липкой лентой.

Данную систему приводки целесообразно применять при монтаже по одной форме на печатную секцию, а также при флексографской печати на узком полотне. Сложные заказы с большим количеством повторяющихся изображений, требующие установки нескольких форм, из-за технических ограничений при размещении приводочной шины на формном цилиндре невозможно реализовать.

3. Монтаж печатных форм при помощи зеркальных устройств. Применяется как в сфере гибкой упаковки, так и машинами большого формата, например для предварительного и непосредственного запечатывания гофрокартона.

Данное устройство состоит из большого прижимного цилиндра и крепления, в которое вставляется формный цилиндр. Над цилиндром устанавливается полупрозрачное зеркало, которое дает возможность фокусировать высшую точку на поверхности формного цилиндра и определенную точку на поверхности прижимного цилиндра. Далее на прижимном цилиндре укрепляется монтажный лист, на котором точно начерчены все размеры, контуры, приводочные метки заказа. На некоторых машинах этот монтажный лист можно начертить сначала на бланке в монтажном устройстве при помощи штифта.

Правильный угол наблюдения позволяет проецировать через полупрозрачное зеркало монтажный лист на поверхности формного цилиндра или на двустороннюю липкую ленту. Приводочные метки формы размещаются в соответствии с проекцией, а затем монтируется форма. Когда на формном цилиндре установлены все формы, в пределах монтажного устройства производится пробная печать. Для этого формы вручную закатываются краской при помощи ручного валика и регулируют контакт между формным и прижимным цилиндрами.

Преимуществом зеркальных устройств является возможность монтирования форм для многокрасочной печати, на которых отсутствуют приводочные кресты или другие вспомогательные средства, которые должны удаляться перед первым тиражом, чтобы они не печатались.

Монтаж слишком больших форм при использовании зеркальных систем достаточно затруднителен, так как взгляд оператора должен постоянно находиться выше приводочных меток в зеркале, а форма должна двигаться над двусторонней липкой лентой. Как правило, на данных системах необходимо производить пробную печать, что приводит к определенным дополнительным затратам.

4. Монтажные устройства, оснащенные камерами, используются во всех областях применения флексографской печати. Все устройства работают по принципу, позволяющему фокусировать на форме приводочные метки, переносить изображение с камеры на монитор, а затем при помощи находящегося на мониторе креста размещать форму.

Благодаря возможности увеличения изображения, оптимальной подсветке и регулированию контраста изображения достигается точность монтажа $\pm 0,01$ мм. Данная техника позволяет использовать чрезвычайно мелкие приводочные метки в виде колец или точек диаметром менее 0,5 мм.

Преимуществом данных микрометок являются: небольшая потребность в площади формы, их точное изображение на мониторе, а

также возможность оставлять их на форме во время печатания и использовать для повторных заказов.

14.4. ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ В ПЕЧАТНО-ОТДЕЛОЧНЫХ ЛИНИЯХ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФЛЕКСОГРАФСКОГО СПОСОБА ПЕЧАТАНИЯ

Печатно-отделочные линии флексографской печати позволяют выполнять нижеперечисленные процессы.

1. Тиснение фольгой. Тиснение фольгой бывает горячее и холодное. Для горячего тиснения фольгой необходим специальный модуль, состоящий из шпинделя размотки фольги, шпинделя намотки использованной фольги и вала с нагревом, на который устанавливается штамп. Конструктивно секция может быть либо смонтирована на отдельной станине, либо устанавливаться при необходимости в секцию высечки, либо быть взаимозаменяемой с печатными секциями. Последний вариант наиболее универсален, так как дает возможность производить тиснение после любой секции. Нагрев штампа может быть масляный или электрический. Масляный обеспечивает более равномерное распределение температуры, но более громоздок.

Холодное тиснение фольгой — новая технология. При ее использовании в печатной секции на поверхность штампа, в роли которого выступает обычная флексографская форма, наносится клей УФ-отверждения. После этого к материалу прикатывается фольга, которая прилипает к клею. После УФ-сушки происходит окончательное отверждение клея. При использовании этой технологии исключается дорогостоящий металлический штамп, но сама технология довольно капризна и пока недостаточно отработана.

2. Ламинация. При ламинации продукции наносится слой УФ-лака, чтобы получился требуемый глянец. Существуют два способа ламинации в линию — «холодная» и УФ-ламинация.

При «холодной» ламинации используется пленка с уже нанесенным клеем, причем она может быть как с подложкой, так и без. Для размотки пленки устанавливается отдельный шпиндель, прикатка осуществляется парой валиков. При использовании пленки с подложкой необходим еще один шпиндель, на который будет наматываться подложка. Иногда модуль имеет собственную систему контроля натяжения пленки.

При способе УФ-ламинации в последней секции машины на поверхность материала наносится специальный клей УФ-отверждения. Затем производится прикатка пленки, а клей отверждается после прохождения УФ-сушки. Оба способа достаточно дороги по сравнению с обычной, «горячей» ламинацией и дают худшее качество. Однако стоимость этих модулей ламинации относительно невысока по сравнению с широкорулонным ламинатором.

3. Перфорация. Перфорация может быть продольной и поперечной. Продольная перфорация практически не используется. Поперечная перфорация может быть сделана как с помощью специального высекального цилиндра, так и специальным цилиндром, в котором закрепляются перфорационные линейки.

4. Высечка. При работе с картоном секция высечки испытывает огромные динамические нагрузки. В идеале секция высечки/биговки/тиснения картона должна иметь отдельную усиленную станину с мощными стенками. Для удобства установки цилиндров секция может быть сделана съемной. В секции намотки облоя полезна дополнительная пара тянущих облой валиков.

Многие машины предполагают возможность комплектации секцией плоской высечки картона. В такой секции производится высечка, биговка и выклад на конвейер. Недостатком систем плоской высечки является ограниченная производительность и существенно более высокая цена.

5. Снятие деформаций полотна. Одна из основных проблем при изготовлении картонной упаковки из рулонного материала — деформация полотна. За время хранения в рулоне материал скручивается, а прохождение в машине через множество валиков усугубляет этот эффект. На выходе картонные заготовки бывают сильно деформированы, что затрудняет дальнейшую работу на фальцевально-склеивающей линии. Помочь снизить этот эффект призваны проводящие валы увеличенного (130–150 мм) диаметра и специальный модуль — разглаживатель или стретчер. Работа разглаживателя состоит в прохождении полотна через специальные планки, которые изгибают картон в направлении, противоположном принятому за время хранения.

6. Охлаждение полотна. Одна из основных проблем, возникающих при печати на тонких пленках — нагрев полотна. В секционной машине материал не только ощутимо нагревается после каждой сушки, но и проходит через сложную систему валиков. Пленка, особенно ПЭ и ПВХ, становится мягче и начинает тянуться. Причем нагрев полотна при использовании УФ-сушек даже сильнее, чем при сушке горячим воздухом. Все это крайне негативно сказывается на точности приводки. Для устра-

нения данной проблемы каждая секция должна быть снабжена охлаждающим цилиндром. Цилиндр имеет внутренний контур для циркуляции воды. Все цилиндры подключены к системе терморегулирования, температура каждого задается индивидуально. Лучше, если сушка (горячим воздухом или УФ) установлена непосредственно на цилиндре, это дает возможность более точно контролировать температуру. Полотно должно обхватывать цилиндр не менее чем на 180°; больший диаметр цилиндра предпочтительнее. Нормально функционирующая система охлаждения полотна поддерживает его температуру практически постоянной от размотки до намотки. В отличие от планетарных машин в секционных нет мощной туннельной сушки, поэтому дополнительные охлаждающие валы перед намоткой обычно не требуются.

7. Снятие статического электричества. Антистатические устройства бывают пассивные и активные. Пассивные представляют собой карбоновые щетки, создающие электростатическое поле, ионизирующее воздух и устраняющее статический заряд. На активные нейтрализаторы подается высокое (4000–8000 В) напряжение, создающее положительно и отрицательно заряженные ионы. Материал притягивает ионы с противоположным зарядом и статический заряд нейтрализуется. Обычно при работе с пленками активные нейтрализаторы устанавливаются перед первой печатной секцией, в середине машины и перед намоткой.

Дальнейшее развитие флексографского способа направлено:

- 1) на совершенствование и автоматизацию процессов изготовления печатных форм и снижение их себестоимости;
- 2) широкое применение нетоксичных печатных красок — водных, спиртоводных и др.;
- 3) использование флексографской печати для выпуска издательской продукции: книжной, журнальной, газетой и др.

ТЕХНОЛОГИЯ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 15

В лекции рассматриваются технологические особенности трафаретного способа печатания. Приводятся классификация и схемы построения машин данных способов печатания, указываются их преимущества и недостатки. Изучается типовая схема подготовки машин трафаретной печати к печатанию тиража. Рассматриваются возможности трафаретной печати в воспроизведении изображений на различных материалах. Изучаются устройства для ускорения закрепления печатных красок.

15.1. ТРАФАРЕТНАЯ ПЕЧАТЬ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕЧАТНОЙ ФОРМЕ И КРАСКАМ

Трафаретная печать — это способ печати с форм, печатающие элементы которых пропускают через себя продавливаемую rakelом на запечатываемый материал краску, а пробельные задерживают ее. В результате создается изображение, все элементы которого состоят из одинакового по толщине красочного слоя различной ширины [6].

Достоинства трафаретной печати:

- 1) формат полуавтоматической печати до 3×5 м, автоматической печати 1,5×2,5 м;
- 2) возможность печати на самых разнообразных материалах и готовых изделиях;
- 3) простота изготовления форм и печатного процесса;
- 4) регулируемая толщина красочного слоя (6–100 мкм).

В настоящее время трафаретная печать применяется для изготовления следующей продукции:

- 1) издательской: плакаты, переплетные крышки, открытки и др.;
- 2) промышленной: упаковка, тара, печать на стекле, фарфоре, фаянсе, текстильной и другой продукции.

В качестве формного материала используют специальные синтетические ткани сетчатой структуры или металлические сетки частотой от 54 до 140–180 нит./см и толщиной 30–90 мкм.

Частота сетки выбирается в зависимости от характера воспроизводимого изображения, вида запечатываемого материала, свойств печатной краски, назначения печатной продукции. Чем мельче сетка, тем точнее форма передает изображение, но тем сложнее процесс печатания.

Перенос краски в трафаретной печати производится в несколько этапов. Сначала печатная краска равномерно распределяется на трафаретной форме (трафарет с трафаретной рамой). Затем при помощи ракеля краска продавливается через отверстия ткани сетки на запечатываемый материал. При снятии нагрузки с ракеля происходит разрыв печатной краски. В отличие от других способов печати в трафаретной можно переносить толстый слой краски (до 100 микрон).

Печатные краски для трафаретной печати имеют особенности в своем составе. Наряду с традиционными кроющими печатными красками, которые на темной подложке могут репродуцировать светлые и насыщенные цвета, в растровой трафаретной печати, как и в других способах, могут использоваться прозрачные краски. Растровая трафаретная печать дает сегодня возможность воспроизведения полутоновых изображений с линиатурой раstra до 40 лин./см, и представляет интерес прежде всего для плакатной печати. В связи с многообразием запечатываемых материалов и различными требованиями, предъявляемыми к отпечатанной продукции, используют трафаретные печатные краски широкого ассортимента. Они различаются не только по цвету, кроющей способности, гляцевитости, но и по адгезионным свойствам к запечатываемой поверхности, скорости механизма пленкообразования и другим показателям. Широко используются флуоресцентные и металлизированные краски [6].

Применяемые в трафаретной печати краски различаются по способу их закрепления на оттиске:

- 1) путем окислительной полимеризации связующего;
- 2) за счет испарения растворителя;
- 3) путем химического взаимодействия отвердителя со связующими;
- 4) с помощью отверждения УФ-лучами.

Изготовление печатных форм трафаретной печати включает следующие этапы:

- 1) выбор и подготовку сетки-основы;
- 2) выбор и подготовку формной рамы;
- 3) натяжение и крепление сетки к раме;

4) подготовку поверхности сетки;

5) изготовление форм.

Ситовая ткань является основой печатной формы. Она влияет на качество печатных форм (например, на разрешающую способность, графическую точность, тиражестойкость).

К ситовым тканям предъявляются следующие требования:

1) устойчивость к истиранию, действию химических реактивов, красок и растворителей;

2) наличие определенных физико-механических свойств.

Как правило, ситовые ткани изготавливаются из синтетических волокон.

Ситовые ткани характеризуются следующими показателями:

1) номером (нит./см);

2) размером ячеек (мкм);

3) коэффициентом открытой поверхности;

4) толщиной ткани (мкм);

5) толщиной нити (мкм).

Выбор определяется характером воспроизведения изображения и свойствами красок.

Формные рамы различной конструкции применяются для натяжения и закрепления ситовой ткани. От рамы зависит точность и приводка воспроизводимого изображения.

К рамам предъявляются следующие требования:

1) устойчивость к сжимающим свойствам ситовой ткани;

2) устойчивость к усилению от движения ракеля;

3) устойчивость к воздействию химических реактивов и растворителей.

При выборе рамы учитывается то, что формат печатного изображения может составлять от площади рамы 50–75%.

15.2. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ЛИСТОВЫХ И РУЛОННЫХ МАШИН ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ К ПЕЧАТАНИЮ ТИРАЖА

Для печатания способом трафаретной печати в полиграфической промышленности используют разнообразные трафаретные печатные машины. Их можно классифицировать по следующим признакам [6]:

1) по виду запечатываемого материала — машины для печатания на листовых и рулонных материалах, машины для печатания на объемных изделиях;

2) по степени механизации выполнения операций — станки ручного действия, полуавтоматические машины и автоматы;

3) по красочности — одно- и многокрасочные машины;

4) по назначению — машины, специализированные на выпуск определенной продукции (печатание на тканях или переплетных крышках и др.) и универсальные (для печатания на бумаге, картоне и др.);

5) по построению печатного устройства — машины тигельные, плоскочечатные и ротационные.

Для печатания полиграфической продукции наибольшее распространение получили листовые однокрасочные машины, которые состоят, в сущности, из тех же по назначению основных узлов, что и машины других способов печати. Но трафаретные машины отличаются от них прежде всего конструкцией и принципом работы печатных устройств.

Печатное устройство, построенное по тигельному принципу (рис. 15.1), состоит из формодержателя и печатной формы 3, плоской опорной поверхности — талера 1, на котором располагается запечатываемый листовой материал 2, ракеля 4 и бункера с краской 5 — краскопитателя.

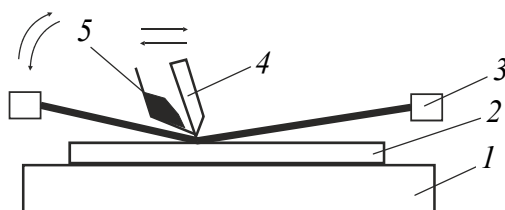


Рис. 15.1. Схема построения печатного устройства трафаретной машины тигельного типа:
1 — талер; 2 — запечатываемый материал;
3 — формодержатель с печатной формой;
4 — рапель; 5 — краскопитатель

При работе печатного устройства на талере неподвижно закрепляется запечатываемый материал, над которым также неподвижно располагается печатная форма. Во время работы машины рапель с краскопитателем совершает возвратно-поступательное движение, делая рабочий и холостой ход. При рабочем ходе из краскопитателя подается краска, которая под давлением ракеля продавливается через открытые ячейки формы на запечатываемый материал. При этом происходит прогибание формы для создания необходимой полосы контакта ее с запечатываемым материалом, адгезия краски к поверхности запечатываемого материала, отход от него формы и разрыв красочного слоя по толщине печатной формы. Краска, находящаяся в ячейках

формы, переходит на запечатываемый материал и закрепляется на его поверхности.

Печатные устройства с плоской поверхностью позволяют печатать на листовом материале разной массы, жесткости и толщины. Поэтому они используются почти во всех полуавтоматических машинах, где обычно вручную подают и снимают запечатываемый материал, и в некоторых автоматах, снабженных самонакладами и приемно-выводными устройствами.

Печатные устройства плоскочувствительного строения (рис. 15.2) имеют тоже плоскую печатную форму 3, а опорной поверхностью служит печатный цилиндр 1, на котором помещается запечатываемый материал 2.

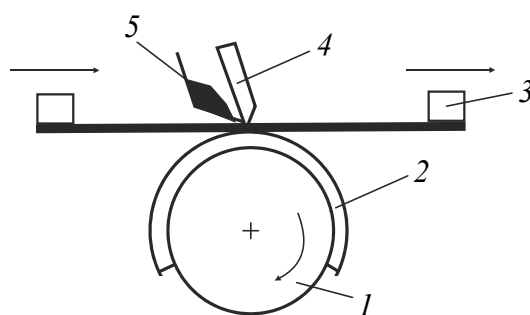


Рис. 15.2. Схема построения печатного устройства трафаретной машины плоскочувствительного типа:
1 — печатный цилиндр; 2 — запечатываемый материал; 3 — формодержатель с печатной формой;
4 — ракель; 5 — краскопитатель

Во время работы машины печатная форма совершает возвратно-поступательное движение, делая рабочий и холостой ход, а ракель не перемещается. Такие устройства часто используются в листовых машинах-автоматах, предназначенных для печатания на эластичных и мягких материалах (бумага, картон, пластик и др.).

Печатные устройства более производительных листовых ротационных трафаретных машин состоят из цилиндрической печатной формы 3 и цилиндрической опорной поверхности 1 (рис. 15.3).

В этом случае ракель 4 с краскопитателем 5 находятся в полном цилиндре, поверхностью которого является сетчатая форма, изготовленная по особой технологии.

Современные листовые трафаретные печатные машины-автоматы представляют собой поточные линии, которые агрегатируют из пневматического самонаклада, печатного устройства, а также листовыводного, сушильного и приемного устройств.

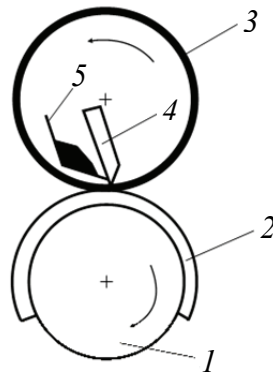


Рис. 15.3. Схема построения печатного устройства трафаретной машины ротационного типа:

- 1* — печатный цилиндр;
- 2* — запечатываемый материал;
- 3* — формный цилиндр с печатной формой;
- 4* — ракель; *5* — краскопитатель

Рулонные трафаретные печатные машины применяются в основном в текстильной промышленности для печатания на тканях и реже для печатания на бумаге, тонком картоне и пленках. Они строятся в принципе по тем же схемам, что и машины, рассмотренные выше. Для печатания обоев, переводных изображений, этикеток выпускают рулонные машины ротационного построения.

Подготовка машин трафаретной печати включает:

- 1) подготовку листоподающих и приемно-выводных устройств, которая осуществляется так же, как и в других способах печати;
- 2) подготовку печатного аппарата, которая заключается:
 - а) в установке и предварительной приводке печатной формы;
 - б) в регулировке зазора между формой и запечатываемым материалом;
 - в) в установке ракеля и регулировке силы его давления и угла наклона;
 - г) в загрузке краскопитателя краской и регулировке ее подачи на форму;
- 3) окончательную приводку, которая достигается путем регулирования положения печатной формы;
- 4) подготовку сушильного устройства, которая включает регулировку температуры воздуха в сушильной камере и интенсивности воздухообмена.

Завершив подготовительные операции, получают пробный оттиск на тиражном материале. После утверждения оттиска приступают к печатанию тиража.

15.3. ВОЗМОЖНОСТИ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ В ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ КРАСОК ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Основными способами нанесения изображения на упаковку традиционно являются офсет и флексография. С использованием этих способов печати производят основные объемы упаковки, однако зачастую возникает необходимость искать новые решения при нанесении изображения на упаковочную продукцию.

Особая роль отводится трафаретной печати при производстве эксклюзивной упаковочной продукции, широко применяемой для упаковки парфюмерии, алкогольной продукции, кондитерских изделий, подарков. Эксклюзивная упаковка выпускается малыми тиражами, что, несомненно, требует применения трафаретной печати для ее изготовления, а необходимость воспроизводства спецэффектов при печати делает этот способ практически незаменимым.

Печать по бумаге, картону и гофрокартону может производиться на любых трафаретных станках, начиная от простейших ручных. Количество наносимых цветов неограниченно. Возможно воспроизведение растровых изображений. Отличие трафаретного оттиска на бумажной и картонной упаковке состоит в высокой яркости и насыщенности красок. При печати возможно использовать флуоресцентные, люминисцентные, металлизированные и высокогляцевые краски. Очень эффективно применение глиттеров, представляющих собой блестящие полиэстеровые порошки, которыми можно посыпать свежий отпечаток или наносить через трафарет.

Трафаретная печать по пленочной упаковке, изготавливаемой, как правило, из полиэтилена и полипропилена, используется редко, однако в последнее время ее все чаще применяют для нанесения изображения на полиэтиленовые пакеты при печати малых тиражей. Изображение на пакеты можно наносить как на обычных станках, так и на карусельных, имеющих несколько печатных столов и рамодержателей. В случае использования карусельных станков возможно получать многоцветные изображения с лучшим совмещением и делать растровую печать. При печати на полиэтилене важным условием является наличие обработки его поверхности коронным разрядом или пламенем. В противном случае адгезия красок к материалу чрезвычайно мала. Полиэтилен и полипропилен относятся к так называемым

«трудным» для запечатки материалам, поэтому они требуют применения особых красок.

Для упаковки некоторых товаров легкой промышленности, таких как рубашки, женские колготы и др., используются прозрачные полипропиленовые или лавсановые пленки. Печать по ним осуществляют с обратной стороны, что создает максимальную защиту изображения, а использование матовых красок позволяет удешевить оттиск. Возможность применения матовых красок обусловлена тем, что при нанесении их на обратную сторону глянцевого пластика изображение становится глянцевым.

Помимо пленочных упаковок зачастую необходимо производить печать на пластиках, имеющих высокую толщину (150–200 микрон и выше), которые используются для производства упаковки для игрушек, сувениров, парфюмерии и косметики, товаров легкой промышленности. Это в основном материалы на основе ПВХ, полиэфиров, полипропилена. Печать по таким материалам офсетным и флексографическим способами зачастую затруднительна из-за высокой толщины подложки и проблемы подбора красок, особенно в офсете.

Трафаретная печать нашла применение при нанесении изображения на бумажные и холщовые мешки, используемые для упаковки сыпучих продуктов. Печать в один цвет можно осуществлять на обычных трафаретных станках-столах, для многоцветной печати необходимо использование карусельных станков. Краски для печати по бумажным мешкам те же, что приводились выше для печати по бумаге.

Важная роль трафаретной печати отводится при нанесении прямой печати на полимерные флаконы и стеклянные бутылки. В обоих случаях необходимо специальное оборудование, позволяющее производить печать на неплоских поверхностях. Данное оборудование производится, начиная от компактных моделей, позволяющих печатать небольшие тиражи, до крупных промышленных установок заводских масштабов и широко различается по конструкции.

Для сушки оттисков трафаретной печати используются как физические, так и химические способы. По степени механизации процесса в трафаретной печати используются самые различные устройства — от простейших стеллажей до транспортеров с камерами различных способов сушки.

Стеллажи — простейшие устройства для сушки оттисков трафаретной печати. Состоят из нескольких сеток или лотков, на которые оттиски укладываются вручную. Достоинства способа — дешевизна и мягкий режим процесса сушки, так как не требуются затраты энергии, а сушка при комнатной температуре не вызывает деформации оттис-

ков. Недостатки способа — его трудоемкость (ручной наклад и съем оттисков), большое время сушки, т. е. низкая производительность.

Туннельное сушильное устройство представляет собой туннель, через который оттиски перемещаются ленточным транспортером. Красочный слой высушивается или излучением, или потоками воздуха, создаваемыми вентилятором. Для подогрева воздуха используется электричество или газ, при этом горячий воздух подается вентилятором на поверхность запечатываемого материала. Туннель, длина которого может достигать 8 м, содержит на выходе охлаждающую секцию или листоприемное устройство. Лента транспортера обычно изготавливается из металла или пластика. Воздух, наполненный парами растворителя, удаляется вытяжным вентилятором, иногда он возвращается в сушильную секцию после прохождения специальных фильтров. Достоинства данного типа — относительная дешевизна, легкость обслуживания, малая усадка запечатанного материала. Недостатки — большая занимаемая площадь и низкая пропускная способность.

Сушка запечатанного материала может производиться струями горячего воздуха, подаваемыми вентилятором с высоким давлением и большой скоростью через маленькие круглые отверстия. Пары растворителя быстро удаляются вследствие активной циркуляции воздуха. Устройства такого типа обычно состоят из двух секций: горячей и холодной. Их достоинство заключается в высокой производительности, а недостатком является высокая температура сушки (порядка 30–50°С), которая может вызвать ухудшение качества оттисков.

Сушильное устройство с движением оттисков в вертикально-наклонном положении представляет собой непрерывно движущийся транспортер, на котором закреплены рейки. Подача оттисков производится со стола. По верхней ветви оттиски перемещаются в вертикально-наклонном положении. В зоне правой звездочки транспортера подсушенные оттиски подаются на предыдущие рейки печатью вниз и, опираясь на упоры реек, перемещаются по нижней ветви транспортера. В зоне левой звездочки транспортера высушенные оттиски выкладываются в стапель печатью вверх. Недостаток — невозможность обработки гибких материалов, так как рейки находятся в вертикально-наклонном положении. Из-за того что сушка производится при комнатной температуре, усадки материала не происходит.

Камерное сушильное устройство состоит из камеры, внутри которой горизонтально перемещаются решетки; на них располагается запечатанный материал. Вследствие горизонтального расположения решеток возможна сушка гибких материалов. Воздух нагревается незначительно, режим сушки мягкий, и поэтому исключается усадка материала.

В ИК-сушильных устройствах красочный слой сушится посредством инфракрасного излучения. Инфракрасные лучи генерируют теплоту в красочном слое так, чтобы высыхание было ускорено посредством испарения или (и) полимеризации.

УФ-сушильное устройство — разновидность туннельного устройства, в котором красочный слой запечатанного материала высушивается при помощи УФ-лучей. УФ-лучи вредны для глаз и должны быть изолированы. Выделяемый при УФ-сушке озон также вреден для здоровья и поэтому должен быть удален вакуумной вентиляционной установкой. При этом УФ-устройства занимают небольшую производственную площадь. Недостатками данных устройств являются их дороговизна и необходимость использования специальных красок.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ПЕЧАТАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ

Лекция 16

Лекция посвящена изучению технологических особенностей тампонной печати. Рассматривается классификация машин тампонной печати, принцип их работы, а также схема тампопечатного полуавтомата. Изучаются возможности и перспективы цифрового способа печатания при изготовлении упаковочной продукции.

16.1. ТАМПОННАЯ ПЕЧАТЬ. ПРИНЦИП ТАМПОПЕЧАТИ. КРАСКИ ТАМПОННОЙ ПЕЧАТИ

Тампонная печать используется для печати на изделиях и материалах с криволинейной поверхностью. В данном способе используется тампон, материал которого при одноосном сжатии деформируется на большую величину, в направлении, противоположном направлению прилагаемого к нему усилия, и незначительно в перпендикулярном направлении. После деформации тампон способен восстанавливать свою форму без значительных остаточных деформаций. Форма тампона определяется размерами изображения и формой запечатываемой поверхности изделия.

Поскольку тампон является промежуточным носителем изображения, то тампопечать можно считать разновидностью офсетного способа печати. При этом способом тампонной печати можно печатать с форм глубокой, высокой, плоской и трафаретной печати, лучшие результаты по качеству дает использование форм глубокой печати. В связи с этим данный способ можно считать разновидностью глубокой офсетной печати [7].

Тампопечать применяют в тех случаях, когда другими способами невозможно или очень сложно наносить изображение — при печатании на неровных (вогнутых, выпуклых, ступенчатых и т. д.) поверхностях, поверхностях с углублениями и возвышениями. Кроме того,

тампопечатью наносят изображения, к точности воспроизведения которых предъявляют высокие требования. Тампопечатью можно воспроизводить шрифты и знаки высотой 0,5 мм, причем оттиски этих мельчайших шрифтов имеют четкие края.

Материал тампона должен быть однородным, без каких-либо посторонних включений, имеющих другую твердость или упругость. Присутствие указанного недостатка может привести к браку, особенно при печатании мелких деталей изображения. Тампон имеет гладкую рабочую поверхность и правильную заданную форму.

Для изготовления тампонов используется силиконовая резина и реже — полиэфируретан. Тиражестойкость тампона составляет сотни тысяч циклов печати.

Печатные формы изготавливают из высококачественных стальных пластин необходимой толщины, поверхность которых шлифуется, а в некоторых случаях полируется. Данные формы достаточно дорогие, их используют в случаях, когда требуется высокая точность воспроизведения.

Фотополимерные формы дешевле. Они изготавливаются из фотополимеризующихся пластин с различной подложкой. Подложка из тонколистовой стали дает возможность использовать магнитный способ крепления форм.

Для печатания используют краски тампонной печати, которые должны быть насыщенными, иметь высокую интенсивность для обеспечения достаточной кроющей способности, кроме того, краски должны быть липкими, текучими и обладать специальными печатными свойствами. Наиболее важной составной частью краски является связующее, задача которого связать красящее вещество с запечатываемой поверхностью. Связующее вместе со вспомогательными веществами определяет физико-механические и физико-химические свойства красочной пленки.

В зависимости от состава краски пленка может закрепляться на поверхности запечатываемого изделия одним из следующих способов [7]:

- 1) окислительной полимеризацией;
- 2) испарением летучего растворителя;
- 3) взаимодействием отвердителя со связующим краски;
- 4) воздействием ультрафиолетового излучения;
- 5) в результате воздействия тепла.

Закрепление краски способом окислительной полимеризации происходит за счет взаимодействия с кислородом воздуха. Время закрепления красочной пленки при этом способе составляет от нескольких минут до нескольких часов.

В способе закрепления краски путем испарения летучего растворителя в составе краски не происходит каких-либо изменений, за исключением удаления растворителя. Если на красочную пленку нанести растворитель, то она снова станет жидкой. Время закрепления красочной пленки при этом способе составляет от нескольких секунд до нескольких минут.

Взаимодействие отвердителя со связующим краски (двухкомпонентная краска) — это способ закрепления краски в два этапа. На первом этапе краска закрепляется за счет испарения растворителя, при этом окончательная прочность красочного слоя не достигается. Время закрепления красочной пленки на этом этапе составляет от нескольких секунд до нескольких минут. На втором этапе краска закрепляется за счет химического взаимодействия отвердителя со связующим краски, при этом достигается окончательная прочность красочного слоя (очень высокая). Время закрепления красочной пленки на этом этапе составляет от нескольких часов до 2–4 суток. При помощи термообработки этот процесс может быть значительно ускорен.

УФ-отверждаемые краски помимо красящего вещества содержат мономер и фотоинициатор, но в их составе нет растворителя. Отверждение краски происходит лишь под действием ультрафиолетового света. Их важным достоинством является то, что они не высыхают в печатной машине. УФ-отверждаемые краски дают достаточно прочные красочные слои. Время закрепления красочного изображения этим способом составляет от нескольких десятых до нескольких секунд.

Термоотверждаемые краски в качестве связующего вещества содержат термореактивную смолу. Отверждение происходит в основном за счет нагрева. Эти краски, как и предыдущие, практически не высыхают в печатной машине, а красочные слои имеют высокую прочность. Время закрепления красочного изображения этим способом составляет от нескольких секунд до нескольких десятков секунд.

16.2. ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ ТАМПОННОЙ ПЕЧАТИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТАМПОПЕЧАТИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Машины тампопечати классифицируются [7]:

- 1) по красочности печати — одно- и многокрасочные;
- 2) по виду применяемых форм (высокой, глубокой, трафаретной);
- 3) по способу подачи заготовки и степени автоматизации — ручные, полуавтоматические и автоматические поточные линии;

4) по принципу переноса краски на поверхность запечатываемого изделия — плоскопечатные и ротационные;

5) по типу красочных узлов — с открытой и закрытой ракельной системой.

В ручных станках все процессы осуществляются оператором вручную: наклад и сьем запечатываемого изделия с рабочего стола, накат краски, очистка печатного клише ракелем, опускание тампона на клише для забора краски и перенос его на изделие. Наиболее эффективны однорычажные тампонные станки. Область их применения — печать единичных и малых тиражей, а также пробных оттисков.

В полуавтоматических машинах все рабочие процессы, кроме наклада и съема изделий, полностью автоматизированы. Полу- и автоматические печатные машины оснащаются тремя типами привода: пневматическим, гидравлическим и электромеханическим. Наибольшее распространение получили машины с пневматическим приводом.

Автоматизированные печатные линии проектируются и создаются всегда только под конкретные типы и виды запечатываемых изделий, как правило, выпускаемых большими тиражами. Стоимость таких линий в большей степени зависит от уровня автоматизации процессов печати, загрузки и выгрузки изделия, системы контроля за параметрами печатного процесса и т. д.

Печатные машины тампонной печати выпускаются с открытой и закрытой ракельной системой [7].

Открытая ракельная система представляет собой открытую красочную ванну, в которой находится краска и клише. Попеременно краска подается на клише шпателем (щеткой, валиком) и снимается тонким стальным ракелем, который очищает поверхность клише от излишней краски, оставляя ее только в углублении клише.

В пределах одного рабочего цикла ракель должен снять краску с пробельных элементов печатной формы, сбросить ее остатки в красочную ванну, плавно подняться вверх, переместиться в противоположный конец формы и плавно опуститься на ее поверхность для повторения следующего рабочего цикла. В процессе наладки печатной машины ракельное устройство регулируют в соответствии с характеристиками используемой печатной формы и запечатываемого изделия.

Традиционный недостаток открытой системы — испарение содержащегося в краске растворителя, требующее постоянного контроля ее (краски) печатных свойств (в первую очередь вязкости).

Не менее важны вопросы экологии, так как работа с открытой системой предполагает больший, по сравнению с другими, уровень за-

грязнения окружающей атмосферы (при отсутствии надлежащей вытяжной вентиляции).

В закрытой красочной системе роль красочной ванны играет перевернутая цилиндрическая чаша, заточенная кольцевая внешняя кромка которой (две ее полуокружности) выступает как ракельный и раскаточный ножи. При движении чаши в одну сторону клише покрывается тонким слоем краски, в обратную — она удаляется с пробельных элементов. Основное достоинство — стабильность свойств залитой в ванну краски в течение длительного времени, что резко сокращает в пределах одного тиража время приладки.

Прижим чаши осуществляется механически, пневматически или при помощи магнитной системы. Кроме того, новейшие технические разработки сделали возможным использование чаш, которые открываются сверху, что позволяет добавлять краску в процессе печатания тиража, не разбирая ракельную систему.

Промежуточный вариант, объединяющий особенности открытой и закрытой систем, — полузакрытая система. Ее особенность заключается в том, что после касания тампоном печатной формы клише закрывается элементом ракеледержателя до начала следующего печатного цикла. В результате сохраняется большая полезная площадь и происходит сравнительно небольшой износ печатной формы, что характерно для открытых систем, а также заметно сокращается испарение растворителя с поверхности клише и из красочной ванны.

На рисунке приведена принципиальная схема тампопечатного полуавтомата.

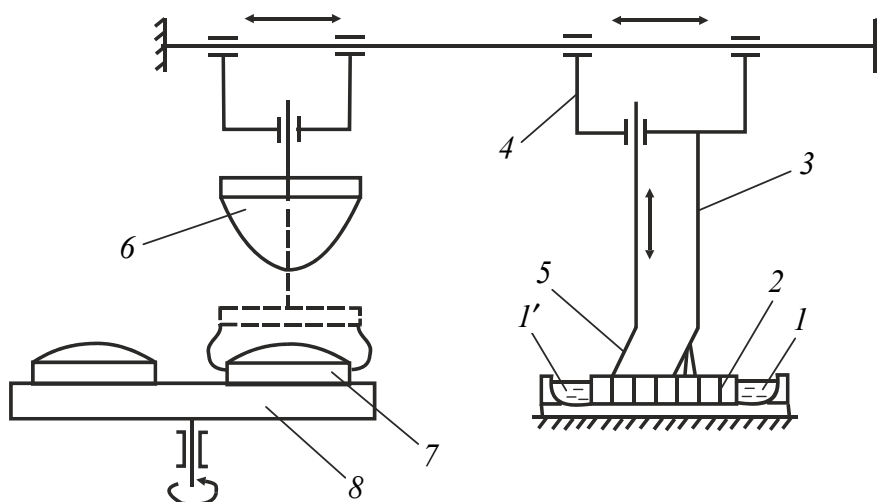


Схема тампопечатного полуавтомата:

- 1, 1' — красочные емкости; 2 — печатная форма;
 3 — орошающий ракель; 4 — каретка; 5 — ракель;
 6 — тампон; 7 — запечатываемый материал; 8 — поворотный стол

В машине используется форма глубокой печати 2, которая установлена неподвижно между двумя красочными емкостями 1, 1'. Орошающий ракель 3, частично погружаясь в краску, наносит ее на форму при рабочем ходе каретки 4, после чего ракель 5 снимает избыток краски. Тампон 6, опускаясь на форму, принимает красочное изображение, затем отрывается от формы и перемещается к запечатываемому материалу 7, поданному поворотным столом 8.

16.3. ЦИФРОВАЯ ПЕЧАТЬ. ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВОГО СПОСОБА ПЕЧАТАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Гибкие упаковки являются одним из основных видов современной упаковочной продукции. Сегмент упаковочных материалов на гибкой полимерной основе в последние годы получил широкое развитие благодаря появлению на рынке разнообразных полимерных материалов, а также машин для печати на них. Эти материалы обладают всеми необходимыми для изготовления упаковки качествами. Методы современной упаковки включают использование экологически чистых технологий и современных печатных красок. При изготовлении упаковок применяются печатные машины флексографской, глубокой, а также трафаретной и офсетной печати, которые обеспечивают все возможности для высококачественного изготовления красочных изделий, отвечающих требованиям современного упаковочного рынка.

В технику изготовления полимерных упаковок приходит цифровая печать. Пока это касается в основном изготовления малотиражных крупноформатных упаковок из таких жестких материалов, как гофрированный, вспененный и жесткий картон, а также твердые полимеры.

Цифровая печать является в первую очередь способом, ориентированным на изготовление документов и рекламных изделий. В области упаковочного производства появляются специфические требования, которые в этом сегменте рынка предъявляются к машинам и процессам.

Ниже перечислены требования, которые предъявляются к цифровым печатным машинам при изготовлении упаковочной продукции [8].

1. Облагораживание продукции в упаковочном производстве. При этом используются следующие материалы:

- декоративные и особые краски, используемые прежде всего в фирменных товарах;
- золотые и серебряные оттенки;

– лакирование и эффектные пигменты, светящиеся краски, защитная печать.

До последнего времени большинство цифровых печатных систем имели возможность печати только в 4 основные краски. Поэтому особое внимание уделялось системе управления цветами для более точного представления некоторых из них при соответствующей комбинации шкальных красок. Однако в противоположность обычной печати построение профилей цветов для машин цифровой печати выполняется очень просто. Здесь отсутствуют трудоемкое изготовление печатных форм с необходимыми на них контрольными элементами, а также простой машин, связанные с их трудоемкими и длительными приладками.

2. Послепечатная обработка включает целый ряд технологий. К ней относятся:

- фальцовка и биговка с их проблемами отслаивания толстослойных тонеров;
- антифрикционные меры;
- термосклеивание;
- приклеивание с проблемой закрепления клеев;
- стерилизация при упаковке продовольственных продуктов или продуктов питания для животных, где упаковка с этикеткой заполняется после печати и в заключение упрочняется тепловой обработкой.

3. Прочность, подлинность, надежность. Применительно к упаковкам могут быть отмечены:

- обеспечение подлинности продуктов питания;
- аспекты здоровья (соответствие установленным нормативам и соответствующим официальным допускам);
- стойкость к нагреванию, например при стерилизации;
- прочность к тепловому воздействию при обработке в духовке и микроволновой печи;
- стойкость к глубокому замораживанию.

4. Особые печатные материалы. Наряду с бумагой и полимерными материалами в упаковочном производстве могут применяться картон, металлизированные или полимерные пленки, а также соединительные материалы. В зависимости от того, применяются ли в печатном производстве первичные или вторичные, а также подарочные упаковки, следует выполнять другие дополнительные требования. Некоторые печатные материалы можно обрабатывать только способом цифровой печати. При прямой печати на гофрированном картоне продукция может, например, изготавливаться способом струйной печати, так как иначе должна будет выполняться предварительная запечатка.

Многие пленки вообще нельзя обрабатывать способом офсетной печати, но это можно делать способом электрофотографии.

Доля цифровой печати на рынке упаковки в настоящее время не превышает 1%. Обычно этот способ печати используется в упаковочном производстве при изготовлении небольших партий пробных образцов упаковки или единичных образцов упаковочных изделий, выпускаемых по оригиналу-макету заказчика. Существующая в настоящее время тенденция сокращения объемов тиражей открывает дополнительные возможности для цифровой печати в секторе печатного производства малоформатной упаковочной продукции, выпускаемой в приемлемом тиражном диапазоне.

Цифровое печатное оборудование пока еще не может использоваться для массового изготовления упаковки из-за трех особенностей цифровой технологии печати:

- 1) печать на машинах малого формата;
- 2) низкая скорость печати, существенно ограничивающая производительность;
- 3) ограничения, обусловленные характеристиками запечатываемого материала или колориметрическими параметрами.

Эти особенности зачастую ограничивают сферу применения цифровой печати в упаковочном производстве, использующем широкий диапазон запечатываемых материалов, стойкие к истиранию краски. Преимущества цифровой печати, такие как адаптированность к малотиражному производству, программные возможности внесения оперативных изменений в штриховые и графические элементы дизайна упаковки и минимальное подготовительно-заключительное время, станут исходными условиями для создания в будущем промышленной технологии цифровой печати в упаковочном производстве.

Ранее у цифровой печати было сравнительно мало возможностей и предпосылок для проникновения на рынок упаковки. Однако в последнее время ситуация постепенно меняется, что обусловлено, главным образом, следующими тремя причинами:

- 1) устойчивой ориентацией потребителей упаковочной продукции на персонализированное производство по принципу «точно в срок»;
- 2) продолжающимся совершенствованием технологии цифровой печати, выражающимся в повышении скорости, увеличении формата цифровых печатных машин;
- 3) расширением диапазона запечатываемых материалов.

В настоящее время цифровое печатное оборудование все чаще используется упаковочными предприятиями для изготовления единичных прототипов упаковки, торговых образцов упаковочной продукции тиражами от 100 до 5000 экземпляров.

В лекции рассматриваются субъективные и объективные критерии оценки качества печатного изображения. Приводятся единичные показатели качества. Изучаются условия проведения стабильного печатного процесса, а также дефекты, возникающие при печати. Рассматриваются факторы, оказывающие влияние на основные показатели качества.

17.1. СУБЪЕКТИВНЫЕ И ОБЪЕКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ «ТОЧНОСТЬ ПЕЧАТИ» И «СТАБИЛЬНОСТЬ ПЕЧАТИ». ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ПЕЧАТАНИИ

Качество воспроизведения изображения на оттисках определяется субъективными особенностями зрительного восприятия изображения и объективными возможностями полиграфической технологии и техники репродуцирования [1].

С субъективных позиций качество отпечатанного изображения зависит от степени его соответствия эталону (которым может быть и оригинал). Чем меньше репродукция отличается от эталона, тем выше точность, а следовательно, и качество воспроизведения. Субъективная оценка точности или качества воспроизведения является результатом психологической обработки мозгом воспринимаемой им зрительной информации. Поскольку любое печатное изображение предназначено для человека, то оценка качества воспроизведения должна проводиться в соответствии и с учетом психологии восприятия. А это означает, что психологическая оценка является достаточно надежным способом определения качества печатного изображения. Поэтому широкое распространение для оценки качества изображения получил метод визуальной экспертизы.

Визуальная оценка качества изображения проводится путем опроса нескольких экспертов. На основании усреднения их оценок

получают достаточно достоверные представления о качестве. Для экспертизы привлекаются наблюдатели, которыми могут быть как неспециалисты, так и специалисты в вопросах репродуцирования. Первые определяют качество изображения так, как его понимает «средний» наблюдатель. Вторые, имеющие опыт обработки изображений, дают более обоснованные оценки качества.

Методы визуальной оценки используются как для определения качества изображения по сравнению с эталоном, например тиражного оттиска с оттиском, полученным при проведении пробного печатания, так и для попарного сравнения оттисков в процессе печатания тиража. Метод визуальной оценки используется не только для комплексной оценки всего изображения в целом, но и для оценки отдельных погрешностей. Например, потеря на репродукции мелких деталей довольно быстро может быть обнаружена при сравнении с эталоном. Точно также может быть установлено изменение цвета на отдельных участках изображения.

Показатель качества, характеризующий одно из свойств печатного изображения, называют единичным. Отдельные единичные показатели качества могут оцениваться не только визуально, но и с помощью объективных методов, а это значит, что они могут быть оценены количественно, так как являются размерными величинами. Как правило, единичные показатели качества и их размерные значения вносятся в нормативные документы. Роль единичных показателей такова, что именно они позволяют установить понятие о качестве продукции.

Качество печатного изображения обычно оценивается на основании определения значений следующих единичных показателей [1]:

- 1) оптической плотности;
- 2) цветового тона, чистоты цвета, светлоты;
- 3) совмещения отдельных красок;
- 4) четкости воспроизведения;
- 5) растискивания;
- 6) равномерности распределения краски на оттиске.

Единичные показатели качества используются для оценки и сопоставления их значений на пробном и тиражном оттисках. При благоприятном результате дается разрешение на печатание тиража. С этого момента качество оттисков зависит от стабильности печатного процесса.

Под стабильным подразумевается процесс, обеспечивающий при заданных режимных условиях печатания сохранение нормированных значений показателей качества оттисков в течение всего тиража.

Режимные условия устанавливаются в начале печатания тиража в соответствии с рекомендациями ОСТа. К ним относятся определен-

ные требования к подаче краски (а в офсетной печати и увлажняющего раствора), давлению в зоне контакта элементов печатной пары, составу декельного материала, климату в цехе и ряд других требований.

На практике стабильный печатный процесс неосуществим, так как под влиянием различных возмущающих факторов режимные условия изменяются. Вследствие этого происходят изменения нормативных значений единичных показателей качества изображения на оттисках. Поэтому контроль единичных показателей качества проводится на протяжении печатания всего тиража.

В случае несоблюдения режимных требований на оттисках могут возникнуть дефекты, снижающие их качество [1]:

1) выщипывание волокон бумаги вместе с участками изображения. Причина дефекта состоит в использовании краски с повышенной вязкостью и липкостью. Как известно, эти реологические характеристики красок должны быть согласованы со скоростью печатания. При заданной скорости печатания краски во избежание выщипывания должны быть заменены или откорректированы;

2) дробление или двоение отдельных печатающих элементов (штрихов, растровых элементов). Причины этого дефекта: погрешности при зацеплении зубчатых передач, сверхнормативная толщина декеля машины офсетной или высокой печати и неправильно выбранный его состав;

3) муарообразование. Оно может быть связано с неправильным изготовлением печатных форм. Такой дефект неустраним, поэтому форму необходимо переделать;

4) смазывание штрихов, расположенных параллельно образующей формного цилиндра. Данный дефект возникает при скольжении в зоне контакта печатной пары. Для предупреждения этого следует уменьшить деформацию декеля в зонах контакта;

5) растискивание — увеличение площади печатающих элементов на оттиске. Причина состоит в том, что при контакте формы с накатными валиками часть краски попадает на боковые стенки печатающих элементов формы высокой печати или выдавливается за края печатающих элементов формы офсетной печати. Это явление полностью не устранимо;

6) длина изображения на оттиске в направлении подачи листов больше длины изображения на форме. Это происходит в результате удлинения изображения при изгибе печатной формы во время ее установки и закрепления на формном цилиндре. Способ предупреждения — произвести подкладку под форму.

Важное значение для предупреждения возникновения вышеперечисленных дефектов имеет периодический контроль состояния самой

печатной машины. После выполнения всех предупредительных мер контроль показателей качества во время печатания тиража значительно упрощается. Но необходимость в проведении такого контроля не уменьшается, так как из-за нестабильности печатного процесса показатели качества изменяются.

17.2. ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Факторы, нарушающие стабильность печатного процесса, различны, неодинаково и их влияние на отдельные показатели качества. Поэтому их можно сгруппировать по степени воздействия на эти показатели [1].

1. Оптическая плотность. Этот показатель качества является нормированной величиной. Например, допустимое отклонение зональных оптических плотностей при печатании «по-сырому» или «по-сухому» на глянцевой бумаге для цветных красок составляет $\pm 0,05$, а при печатании на матовой бумаге $\pm 0,08$. При печатании черной краской, независимо от вида бумаги, допустимое отклонение оптической плотности составляет $\pm 0,1$.

Вследствие релаксации напряжений в декеле давление в зоне контакта печатной пары снижается, причем если материал неоднороден, то изменение давления будет неравномерным, что препятствует равномерному переходу краски на оттиск и такому же распределению оптической плотности.

В офсетной печати оптическая плотность часто меняется из-за проникновения влаги в краску, что приводит к изменению ее вязкости. В глубокой печати вязкость краски постоянно меняется вследствие испарения из красочного ящика летучего растворителя.

2. Цветовые характеристики оттиска. В практических условиях координаты цвета и цветовые характеристики можно устанавливать на основании данных, полученных при измерении зональных оптических плотностей. На их величину оказывают влияние те же факторы, что и на оптическую плотность.

3. Совмещение отдельных красок. Этот показатель контролируется с помощью специальных меток, которые обычно располагаются на полях оттиска. При полном совмещении красок метки в зависимости от их вида или полностью совпадают друг с другом, или находятся на определенном расстоянии.

Степень несовмещения красок определяется величиной отклонения фактического расположения меток от заданного. Одной из причин несовмещения красок является деформация бумаги. В свою очередь, деформация может происходить из-за изменения относительной влажности воздуха, а также из-за растяжения и сжатия, испытываемых бумагой в течение всего печатного процесса. Деформация бумаги может происходить и вследствие перехода на нее части влаги, подаваемой увлажняющей системой офсетных машин на печатную форму. Для предупреждения такого вида деформаций при проведении печатания необходимо использовать акклиматизированные бумаги и поддерживать в цехе рекомендуемые относительную влажность и температуру воздуха.

Несовмещение красок при печатании на многокрасочных рулонных машинах возникает из-за нестабильности натяжения бумажного полотна и колебаний печатных аппаратов. Вследствие биения рулонов бумаги и отклонений в системе регулирования натяжения бумажного полотна происходит различное удлинение бумаги, что и является причиной несовмещения красок. Для уменьшения величины несовмещения в рулонных машинах перед печатными секциями и после них устанавливают стабилизаторы натяжения бумажного полотна, которые оснащают электронными контрольно-регулирующими устройствами.

Иногда несовмещение красок возникает из-за нарушений в работе листоподающей системы. Разброс положения листов появляется и при перемещении их от самонаклада к передним упорам, и при переходе на форгрейфер, а затем в захваты печатного цилиндра.

Необходимо отметить, что при печатании многокрасочной продукции на многосекционных машинах точность совмещения красок зависит от точности подачи листов начиная со второй секции. Поэтому наиболее точное совмещение обеспечивается на машинах планетарного типа. При использовании машин секционного типа необходимо обращать особое внимание на состояние механизма захватов листоподающих систем.

4. Площадь растровых элементов на оттисках. Данный показатель определяет точность передачи градации как черно-белых, так и цветных изображений. При правильно организованном печатном процессе площадь растровых элементов на оттиске не должна отличаться по своей величине от соответствующей площади их на форме. Изменение площади растровых элементов зависит от многих факторов: светорассеяния, давления, подачи краски на форму и устойчивости пробельных элементов, определяемой характером избирательного смачивания их влагой и физико-химическими свойствами красок.

Важным условием формирования красочного слоя на оттиске является равномерность его распределения. Чем выше равномерность слоя по толщине, тем точнее передаются отдельные детали изображения. Но такая точность обеспечивается в случае печатания на высокогладкой бумаге.

5. Четкость (резкость) воспроизведения микро- и макроштриховых элементов изображения. Четкость определяется характером изменения оптической плотности на границе «запечатанный элемент – пробел». Чем выше контраст граничных участков этих элементов, тем выше четкость. При этом она зависит от равномерности распределения красочного слоя в пределах каждого элемента.

6. Разрешающая способность печатного процесса определяется количеством раздельно передаваемых на оттиске линий в пределах единицы длины. В процессе печатания на нее оказывают влияние нарушение баланса «краска – влага» в офсетной печати, изменение давления, меняющаяся вязкость краски, микрогеометрия поверхности и физико-механические свойства бумаги.

ГРАФИЧЕСКАЯ, ГРАДАЦИОННАЯ И ЦВЕТОВАЯ ТОЧНОСТЬ ПЕЧАТАНИЯ

Лекция 18

В лекции рассматриваются понятия графической, градационной и цветовой точности воспроизведения изображений в печатном процессе. Определяются причины нарушения графической точности при печатании. Изучается взаимосвязь графической и градационной точности печатного процесса, а также точность цветовоспроизведения.

18.1. ГРАФИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ПЕЧАТАНИЯ. МЕТОДЫ ЕЕ ОЦЕНКИ. ПРИЧИНЫ НАРУШЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ В ПЕЧАТНОМ ПРОЦЕССЕ

При анализе качества печатной продукции, кроме единичных показателей качества, широко используется система оценки характера воспроизведения с учетом специфических признаков изображения. Эта система возникла на основе деления оригиналов на три основные группы: 1) оригиналы, выполненные в графической манере; 2) полутоновые оригиналы; 3) цветные оригиналы. Каждая из этих групп характеризуется отличительными признаками, которые определяют требования к процессам полиграфического воспроизведения. А это привело к возникновению понятий графической, градационной и цветовой точности воспроизведения изображения в печатном процессе [1].

Графическая структура печатной формы является основой любого репродуцируемого изображения. При этом она должна отвечать определенным требованиям, учитывающим специфику и возможности печатных процессов. Так, например, неравномерный рост печатающих элементов форм высокой печати может привести к непечатаке некоторых из них. Минимальное расстояние между отдельными штрихами и растровыми элементами зависит от разрешающей способности печатного процесса. В глубокой печати максимальная глубина печатающих элементов ограничена условиями перехода краски с формы на бумагу.

На практике даже при оптимизированных условиях могут по разным причинам возникать искажения. Как правило, полностью устранить графические искажения на оттисках практически невозможно, поэтому на их величину устанавливаются допуски.

К одному из видов искажений на оттиске относится изменение положения изображения. Оно может произойти, например, вследствие неточной установки бокового и передних упоров в листовыравнивающей системе печатной машины, а также из-за неточного захвата бумажного листа, неправильной обрезки его сторон.

В результате воздействия различных факторов печатного процесса на оттисках происходит изменение как общих размеров изображения, так и размеров графических его элементов. Изменение общих размеров изображения может происходить по разным причинам. Например, размер изображения в направлении движения бумажного листа в печатной машине будет превышать соответствующий размер изображения на форме, если толщина декеля окажется больше своего нормативного значения. В том же направлении изменится размер изображения на оттиске вследствие изгиба офсетной формы по окружности формного цилиндра. Такие искажения недопустимы, так как при сохранении на оттиске подобия в одном направлении (например, по ширине бумажного листа) происходит его нарушение в другом направлении.

Помимо изменения общего размера изображения в печатном процессе наблюдаются изменения размеров отдельных его элементов (штрихов, растровых точек и т. п.). Эти изменения можно разделить на две группы. *К первой группе* относятся изменения размеров отдельных элементов изображения на оттиске в одном направлении. Это происходит, например, вследствие скольжения, возникающего в печатной паре из-за разности окружных скоростей формного и печатного цилиндров в высокой и глубокой печати или формного, офсетного и печатного цилиндров в офсетной печати. Вследствие скольжения ширина штрихов, расположенных перпендикулярно к направлению движения листа, увеличивается на оттиске в большей степени, чем штрихов, расположенных в направлении движения бумажного листа.

Ко второй группе относятся изменения размеров графических элементов не в одном, а во всех направлениях. На оттиске в этом случае может наблюдаться как уменьшение, так и увеличение площади графических элементов по сравнению с печатной формой.

Уменьшение площади элементов изображения наблюдается при значительном ограничении количества краски, подаваемой на форму, снижении давления печатания, увеличенной подаче увлажняющего

раствора в офсетной печати. Но в практике такие случаи встречаются сравнительно редко. Чаще всего наблюдается увеличение площади графических элементов на оттисках. При этом изменение размеров элементов происходит уже на самой форме при накате краски. Печатающие элементы формы высокой печати в момент наката погружаются в слой краски, расположенный на поверхности накатных валиков. Поэтому после контакта с накатными валиками краска располагается не только на рабочей поверхности печатающих элементов, но и на их боковых гранях. Во время печатания из-за деформации декеля краска переходит на запечатываемый материал не только с поверхности печатающих элементов, но и с их боковых граней, что приводит к увеличению размеров элементов изображения на оттисках. А так как с боковых граней печатающих элементов краска переходит в большем количестве, чем с их рабочей поверхности, граничные участки элементов изображения имеют более высокую оптическую плотность.

В офсетной печати накат краски на форму происходит в иных условиях. Пробельные элементы, практически находящиеся на одном уровне с печатающими элементами, в силу своей физико-химической природы препятствуют проникновению краски на их поверхность. А так как краска переходит с накатных валиков под давлением, то движущийся по печатающему элементу красочный слой частично вытесняет влагу с участков, прилегающих к его периметру, увеличивая, таким образом, площадь печатающего элемента. В этом случае утолщения на краях не образуются, так как толщина слоя краски на пробельных участках почти такая же, как на самом печатающем элементе. При уменьшении количества увлажняющего раствора на форме площадь печатающих элементов будет увеличиваться, а следовательно, возрастет и площадь элементов изображения на офсетной форме и оттиске.

Некоторое увеличение размеров графических элементов в зоне контакта печатной формы с бумагой или офсетной формой может также происходить из-за выдавливания краски, но это увеличение ничтожно мало по сравнению с изменениями, происходящими при накате краски на печатную форму.

В результате увеличения площади печатающих элементов происходит уменьшение промежутка между ними и в отдельных случаях графические элементы могут смыкаться. Все это приводит не только к искажению графических элементов, но и изменению оптической характеристики оттиска, снижению разрешающей способности печатного процесса.

18.2. ГРАДАЦИОННАЯ ТОЧНОСТЬ ПЕЧАТАНИЯ. ВЗАИМОСВЯЗЬ ГРАФИЧЕСКОЙ И ГРАДАЦИОННОЙ ТОЧНОСТИ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА. ТОЧНОСТЬ ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ И ФАКТОРЫ, НА НЕЕ ВЛИЯЮЩИЕ

Любое полутоновое изображение содержит ряд участков, отличающихся величиной коэффициента отражения или оптической плотности. При условии расположения таких участков в определенной последовательности, например от минимальной плотности к максимальной, получают градацию оптических плотностей или коэффициента отражения. Воспроизведение градации оригинала является основной задачей как формного, так и печатного процессов [1].

Помимо параметров оптической плотности и коэффициента отражения градация характеризуется еще и такими параметрами:

- 1) общим контрастом;
- 2) интервалом оптических плотностей;
- 3) контрастом смежных участков изображения (детальный контраст). Детальный контраст характеризует перепад коэффициентов отражения или оптических плотностей на границах контуров изображения.

Особенность полиграфического репродукционного процесса заключается в том, что градационное преобразование предусматривает не только изменение параметров оригинала, но и трансформацию полутонового изображения в растровое. В высокой и офсетной печати это достигается изменением соотношения площадей печатающего и пробельного элементов в пределах площади элементарного растрового квадрата. Если считать, что толщина слоя краски на растровых элементах оттисков высокой и офсетной печати примерно одинакова и не зависит от их площади, то яркость отдельных участков репродукций будет зависеть от модуляции площади растровых элементов. В глубокой печати в зависимости от способа получения печатной формы (травлением или гравированием) яркость отдельных растровых элементов на оттисках зависит как от толщины слоя краски, так и дополнительно от площади печатающих элементов. Таким образом, можно говорить о модуляции яркости растровых элементов и на оттисках глубокой печати.

О характере передачи градаций оригинала на растровом оттиске обычно судят по градационным кривым. Градационные кривые могут быть различного вида, что зависит от условий проведения формного и печатного процессов.

Положение градационной кривой стабилизированного печатного процесса определяется особенностями формирования красочного слоя на растровых оттисках высокой и офсетной печати. Процесс формирования слоя краски на оттиске сопровождается частичным внедрением краски в бумагу, растискиванием, неравномерным распределением толщины красочного слоя в пределах запечатанной площади, изменением оптической плотности микроштриховых элементов из-за эффекта светорассеяния.

Увеличение площади печатающих элементов приводит к более равномерному распределению слоя краски. При этом возрастает не только равномерность, но и толщина слоя краски. Исследования показали, что во всех трех основных способах печатания наименьшая равномерность наблюдается в светах растровых оттисков. Чем выше гладкость бумаги и меньше ее впитывающая способность, тем меньше величина коэффициента неравномерности, а следовательно, в меньшей степени будут колебаться значения оптической плотности на участках, где ее величина должна быть постоянной.

С увеличением площади растровых элементов не только происходит увеличение равномерности распределения красочного слоя, но и наблюдается возрастание толщины слоя краски. Наиболее заметно такое явление на оттисках, полученных на гладких или высокогладких бумагах.

Другим градационным параметром является толщина слоя на плашке оттиска. Эта толщина при заданных условиях печатания постоянна. Градационная характеристика стабильного печатного процесса определяется изменением толщины слоя краски на растровых элементах оттиска. При этом данная величина зависит и от линиатуры растра. Как показывают экспериментальные данные, с увеличением линиатуры растра толщина слоя краски на всех участках оттиска уменьшается. Оптическая плотность оттиска при этом может уменьшиться, однако ее значение зависит еще и от величины коэффициента поглощения света системой «краска – бумага», эффекта светорассеяния, коэффициента неравномерности распределения, величины растискивания и ряда других факторов, совместное действие которых и определяет в конечном итоге градационную характеристику оттиска.

В глубокой печати, как в офсетной и высокой, градационная характеристика печатного процесса при стабилизированных условиях печатания представляет собой устойчивую зависимость оптической плотности оттиска от глубины или объема ячеек. Формы, полученные

способом травления, содержат ячейки, площадь которых, независимо от глубины, не должна изменяться. В этом случае объем ячейки находится в линейной и пропорциональной зависимости от ее глубины. Поэтому последняя может быть использована как важнейшая характеристика печатающих элементов формы. Однако в действительности вследствие стравливания рагельных опорных линий площадь ячеек формы, особенно на участках, соответствующих теням изображения, увеличивается и пропорциональная связь между глубиной и объемом нарушается.

На оттисках глубокой печати оптическая плотность красочного слоя с увеличением объема ячеек формы быстро возрастает и достигает определенной величины оптической плотности. Это означает, что с некоторого объема (глубины) ячейки краска переходит на запечатываемый материал в одном и том же количестве.

Также необходимо отметить, что при переходе на запечатываемый материал слой краски не характеризуется равномерным увеличением толщины от светов к теням изображения. Неравномерное распределение краски в пределах каждого растрового элемента объясняется тем, что при прохождении рагеля она снимается не только с пробельных элементов, но и частично удаляется из ячеек формы. Оставшаяся краска сосредоточивается на участках, характеризующихся наибольшей поверхностной активностью, которыми являются боковые стенки ячеек. В результате этих причин центральная часть элементов изображения имеет невысокую оптическую плотность.

С увеличением объема ячеек, а следовательно, и количества маловязкой краски, переходящей на запечатываемый материал, наблюдается ее растекание. Вследствие этого увеличивается оптическая плотность центральных участков растровых и пробельных элементов. Поэтому неравномерность распределения краски в области полутонов и теней изображения на оттиске снижается.

Понятие о подобии многокрасочной растровой репродукции и оригинала более сложно, чем в случае воспроизведения черно-белого изображения. Это объясняется тем, что кроме общих с черно-белым изображением параметров (контраст, светлота или оптическая плотность и др.) цветному изображению присущи специфические параметры и характеристики: цветовой тон, чистота цвета (или колориметрическая насыщенность).

Существуют методы определения степени соответствия (или несоответствия) репродукции оригиналу с помощью аналитических уравнений, включающих некоторые функции координат цвета всех

точек сравниваемых изображений. Однако практическое использование этих методов затруднено сложностью определения функций координат цвета.

Различие между отдельными градационными кривыми объясняется в данном случае различными оптическими (и реологическими) свойствами красок. Каждая градационная кривая представляет собой строго определенную систему, в пределах которой можно установить ряд отношений сходственных величин, сопоставляемых затем с соответствующими отношениями воспроизводимой системы, на основании чего определяются инварианты подобия, а следовательно, и степень подобия. Положение градационных кривых печатного процесса определяется также и особенностями каждого способа печатания. При многокрасочном печатании положение градационных кривых зависит не только от оптических и реологических свойств красок, но и от условий совмещения красок и перехода их на запечатываемый материал при разном порядке наложения. Изменение любых, в том числе и режимных, условий проведения печатного процесса неизбежно приведет к изменению градационных характеристик тиражных оттисков, что необходимо учитывать при установлении соотношений подобия.

В лекции рассматриваются основные направления в области автоматизации печатных процессов. Определяется назначение гибкой автоматизированной производственной системы. Указываются главные направления перспективного развития автоматизации печатных процессов. Рассматривается состав и принципы построения печатно-отделочных линий.

19.1. НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕЧАТНЫХ ПРОЦЕССОВ. ЗАДАЧИ И ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЭТАПНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕЧАТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Сохранение высокого качества печати без снижения скорости печатных машин, сокращение срока выполнения заказов и снижение отходов бумаги заставляют ведущие полиграфические предприятия не только максимально автоматизировать вспомогательные и технологические операции, но и разрабатывать новые нетрадиционные способы печати.

В настоящее время наиболее перспективным и развивающимся видом печатного оборудования являются листовые и рулонные печатные машины. Основная тенденция в повышении их производительности — сокращение вспомогательных операций при подготовке машины к печати. Общее направление автоматизации печатного оборудования предусматривает не исключение печатника, а оказание максимальной помощи в ходе подготовки и проведения печатного процесса. Действия печатника предполагается свести к функциям оператора рабочего места.

В настоящее время решены проблемы автоматизации при переналадке печатной машины на другой формат путем автоматической смены и установки печатной формы, смывки формы и офсетного полотна, регулировки и поддержания точности совмещения красок, настройки самоуклада и механизмов приемного устройства, а также перезарядки ступеней бумаги без остановки машины.

Идеальная красочная управляющая система должна обеспечивать печать требуемого качества уже с первого оттиска. Между тем в реальных производственных условиях при запуске нового тиража в макулатуру отправляется от 100 до 200 листов, прежде чем стабилизируются подача краски и качество печати. Красочные аппараты новой конструкции и управляющие адаптивные компьютерные программы с подсистемами измерения и контроля (включая управление цветом) призваны изменить это положение и привести к значительному сокращению выхода брака при запуске машины.

Для листовых печатных машин разработан вариант секционного построения унифицированных печатных аппаратов, позволяющих получать за один прогон многокрасочную одностороннюю (до 8 красок) и двустороннюю печатную продукцию с максимальной степенью готовности.

Тенденция повышения скорости рулонных машин определила систему автоматической смены рулонов в виде компактных 2 рулонных лентопитающих устройств, позволяющих на ходу осуществлять склейку бумажной ленты.

Перспективным направлением развития полиграфического машиностроения и производства является переход от автоматизации отдельных машин, агрегатов и линий к автоматизации цехов, предприятий на базе создания гибких автоматизированных производственных систем, связанных не только циклом технологического производства, но и общей транспортной системой и системой управления. По сравнению с неавтоматизированным производством применение подобных систем позволяет существенно повысить производительность, снизить себестоимость продукции, значительно сократить численность производственного персонала при резком уменьшении доли ручного труда, повысить ритмичность выпуска продукции, сократить производственные площади, многократно уменьшить сложность и трудоемкость планирования и управления производством за счет резкого сокращения количества внутрипроизводственных связей.

Главным направлением перспективного развития печатных процессов является автоматизация, направленная:

- 1) на автоматизацию процессов переналадки машин и подготовки их к печатанию;

- 2) автоматизацию контроля качества продукции на протяжении печатания тиража и его стабилизацию с использованием систем регулирования;

- 3) автоматизацию сбора данных, характеризующих работу печатного производства в целом (степень загрузки печатных машин, ско-

рость их работы и величину простоев, расход и непроизводительные затраты бумаги).

Процесс автоматизации печатного производства состоит из нескольких этапов развития технологии и оборудования:

1) программирование печатного процесса, т. е. предварительное определение с использованием измерительных, статистических и непосредственно расчетных методов основных технологических параметров. Программа печатного процесса включает в себя определенную совокупность входных и выходных величин:

- а) вид печатной продукции и характер ее оформления;
- б) определение схемы проводки бумажного полотна;
- в) требования и характеристики общей и местной регулировки краскоподающей и увлажняющей систем;
- г) данные для настройки бумагопроводящей системы (регулятора натяжения полотна);

2) предварительная настройка параметров печатного процесса в соответствии с разработанной программой;

3) автоматическая стабилизация установившегося режима печатного процесса. Она выполняется одним из двух методов: компенсацией доминирующих возмущений или автоматическим регулированием печатного процесса с использованием текущей информации о действующих возмущениях и оперативной информации об отклонениях параметров печатного процесса от заданных значений. Цель данных методов — формирование управляющих воздействий на соответствующие элементы печатной машины;

4) оптимизация управления печатным процессом в целом, в ходе которой наряду с текущей информацией о показателях качества оттиска используется и накопленная ранее информация, обобщенная в форме статистической модели печатного процесса.

19.2. ПЕЧАТНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ ЛИНИИ: ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ И ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Бурный рост упаковочного сегмента рынка полиграфической продукции обусловил разработку и создание специализированных печатно-отделочных автоматизированных линий, как правило, на базе

узкорулонных флексографских печатных машин секционного построения. Применение узкорулонных машин обусловлено тенденцией на рынке полиграфических услуг к снижению тиражей и росту ассортимента выпускаемой продукции. В подобных линиях к печатной машине агрегируются секции лакирования, тиснения фольгой, конгревного тиснения, высечки, разрезки и др.

При крупносерийном производстве упаковочной продукции печатно-отделочные линии могут базироваться на широкорулонных машинах флексографской, офсетной и глубокой печати, в которых к рулонной печатной машине агрегируются секции ротационной трафаретной печати, тиснения фольгой, конгревного тиснения, припрессовки голограмм, резки на листы, высечки и биговки, удаления облоя, укладки готовых изделий с стопы.

В то же время автоматизация транспортных операций возможна не только за счет создания агрегатированных поточных линий. Так, для ликвидации рутинных ручных операций в обслуживании высокопроизводительных листовых печатных машин рядом зарубежных фирм разработаны автоматизированные комплексы для загрузки и разгрузки стapelей печатной машины. Помимо обслуживания самонаклада и приемного устройства, работающих в безостановочном режиме, такие системы предусматривают организацию транспортных потоков с помощью специальных беспилотных однорельсовых электрокаров, обеспечивающих подачу со склада стapelей бумаги к самонакладу машины, перемещение освободившихся паллет от самонаклада к приемному устройству и транспортировку стapeля с готовой печатной продукцией для складирования. Управление перемещением стapelей происходит автоматически без изменения скорости печати по специальной программе. Наиболее целесообразно применение этих систем при обслуживании нескольких машин, печатающих упаковочную продукцию.

При выборе конфигурации печатно-отделочной линии необходимо принять во внимание, что для обеспечения максимальной эффективности ее эксплуатации требуется снизить количество простоев линии. В противном случае эффективность поточного производства может быть даже ниже, чем эффективность выполнения заказов на операционных машинах.

Для обеспечения непрерывной работы машины (без остановок для смены рулонов) целесообразно оснастить печатную машину устройством размотки увеличенного диаметра с системой автоматической склейки полотна встык без остановки машины. При работе с толстым картоном валы устройства размотки должны иметь увеличенный диаметр.

Рекомендуется, чтобы при работе с картоном валики лентопроводки имели увеличенный диаметр. Это снизит вероятность деформации картона. Для снятия статического заряда с поверхности ленты, способствующего накоплению на ней пыли, в систему лентопроводки могут встраиваться ионизаторы. В случае если необходимо запечатывать полотно с двух сторон, нецелесообразно использовать поворотные штанги, так как сильный изгиб полотна может привести к расслаиванию материала. Некоторые производители секционных машин предлагают следующее решение проблемы: путь проводки полотна изменяется таким образом, что оно поступает в печатную секцию с противоположной стороны; в результате благодаря реверсу вращения цилиндров печать осуществляется на обороте ленты.

При сушке флексографских красок на водной основе обдувом очень горячая температура воздуха может привести к ухудшению механических свойств картона, в частности к его ломкости. Поэтому сушильные устройства должны быть оснащены многоступенчатой регулировкой температуры воздуха.

Состав отделочных секций выбирается исходя из требований к конечной продукции. Обычно машины могут оснащаться секциями лакирования, ламинирования, тиснения фольгой, конгревного тиснения, перфорации, биговки и высечки. При производстве заготовок картонных коробок обязательными являются секции биговки и высечки. Некоторые модели линий могут дооснащаться необходимым оборудованием уже после инсталляции. Также печатно-отделочные линии должны оснащаться устройством каскадного вывода заготовок. В отдельных случаях, например при печати заготовок для блистерной упаковки, может использоваться их вывод в стапель.

НАЗНАЧЕНИЕ, ВИДЫ И СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Лекция 20

В лекции рассматривается назначение операций отделки упаковочной продукции. Определяются основные виды декоративно-оформительской отделки и их отличительные особенности.

НАЗНАЧЕНИЕ ОПЕРАЦИИ ОТДЕЛКИ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ. ВИДЫ ДЕКОРАТИВНО-ОФОРМИТЕЛЬСКОЙ ОТДЕЛКИ УПАКОВКИ

Отделкой упаковочной продукции называют процессы финишной обработки, направленные на улучшение ее потребительских свойств — товарного вида, удобства пользования, улучшения эксплуатационных свойств (износостойкости, водостойкости и т. п.), защитных свойств [9].

Отделочные операции предназначены:

- 1) для улучшения внешнего вида упаковки;
- 2) защиты упаковки или упаковываемого товара от внешних воздействий;
- 3) придания упаковке необходимой геометрической формы;
- 4) придания упаковке специальных технологических свойств;
- 5) защиты упаковки от подделки.

Наибольшее распространение получили следующие виды декоративно-оформительской отделки упаковки:

- 1) придание поверхности глянцевого эффекта;
- 2) придание поверхности матового эффекта;
- 3) имитация металлического покрытия;
- 4) создание рельефного изображения;
- 5) придание поверхности специальных оптических свойств (голографического эффекта, люминесценции, перламутрового блеска);
- 6) придание требуемой геометрической формы.

Глянцевый эффект обусловлен высокой гладкостью поверхности от тиска, благодаря которой отраженный световой поток становится более

упорядоченным, цвета воспринимаются как более насыщенные, а оттиск кажется более контрастным. Этот эффект сообщается поверхности этикетки и упаковки способами лакирования, экструзионного ламинирования, припрессовки прозрачной пленки и каландрирования.

При лакировании повышение гладкости происходит за счет заполнения глянцевым лаком микро- и макронеровностей поверхности оттиска.

При экструзионном ламинировании на поверхность оттиска наносится расплав полимера.

Припрессовка к поверхности оттиска прозрачной полимерной пленки высокой гладкости при кашировании способствует значительному повышению глянца оттиска. В процессе приклейки неровности на поверхности оттиска заполняются прозрачным клеем.

При каландрировании производится механическое сглаживание поверхности оттиска нагретым каландром.

Матовый эффект обусловлен высокой рассеивающей способностью поверхности оттиска. Для придания поверхности этикетки или упаковки матового эффекта используется лакирование матовым лаком или припрессовка матовой пленки.

Эффект металлического покрытия достигается за счет нанесения на поверхность упаковки слоя мелкодисперсных частиц металла. Наиболее распространенные способы имитации металлического покрытия — тиснение металлизированной фольгой, бронзирование, лакирование металлизированными лаками и печать металлизированными красками.

Тиснение фольгой позволяет получить оттиски с наибольшей степенью металлического блеска благодаря применению при ее производстве технологии вакуумного напыления, позволяющей формировать слой из мельчайших частиц металла.

Бронзирование предполагает напыление металлической пудры на предварительно нанесенный на оттиски адгезионный слой. Эффект металлизации при бронзировании несколько ниже, чем при тиснении фольгой, но выше, чем при лакировании металлизированными лаками.

Металлизированные лаки и краски представляют собой дисперсии, содержащие металлические пигменты и отличающиеся высокой кроющей способностью. Применение металлизированных лаков и красок позволяет добиться средней степени металлического блеска.

Изобразительная роль рельефа наиболее ярко выражена при конгревном тиснении, а также при гренировании. При рельефном тиснении и гренировании создается углубленное рельефное изображение,

при конгревном тиснении — углубленное или выпуклое. Наибольшую высоту или глубину рельефа обеспечивает конгревное тиснение.

Формирование выпуклого рельефного изображения за счет избирательного нанесения на поверхность оттиска покрытий возможно способами трафаретной печати, термографии (термоподъема) и флокирования.

Трафаретная печать — технология, позволяющая наносить на оттиск слой краски большой толщины.

Термография — нанесение на адгезионный слой специального порошка, формирующего рельеф. Закрепление порошка на оттиске осуществляется термически.

Флокирование — нанесение на адгезионный слой волокнистого материала, придающего поверхности этикетки и упаковки рельефный бархатистый эффект.

Придание поверхности специальных оптических свойств (голографического, люминесцентного эффектов или перламутрового блеска) находит в последнее время все большее распространение.

Для придания этикетке и упаковке необходимой геометрической формы служит операция высечки или вырубки, при выполнении которой этикетка или заготовка упаковки отделяется от лишней, идущей в отходы части материала.

Некоторые отделочные операции являются подготовительными или служат для облегчения выполнения последующих технологических операций. Примеры таких операций: биговка и перфорация, облегчающие фальцовку; рицовка, повышающая качество склеивания; нанесение грунтовочных лаков, позволяющих улучшить адгезию между запечатываемым материалом и отделочным лаком; каландрирование, повышающее гладкость поверхности перед лакированием или кашированием.

ЛАКИРОВАНИЕ УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Лекция 21

В лекции рассматривается назначение операции лакирования. Изучаются виды лаков, их преимущества и недостатки. Приводится характеристика лаков специального назначения. Рассматриваются типы оборудования для лакирования, их отличительные особенности. Изучаются требования, предъявляемые к качеству лакированной продукции, а также дефекты, возникающие при лакировании.

21.1. ЛАКИРОВАНИЕ И ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ. РАЗНОВИДНОСТИ ЛАКИРОВАНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАКОВ

Лакирование — это процесс облагораживания печатной продукции путем нанесения на нее слоя лака. Лакирование является более дешевым способом отделки, чем припрессовка пленки или ламинирование.

Особую роль лакирование играет для упаковки, которая служит для придания определенной формы и сохранения упакованного в нее изделия.

Лакирование продукции решает несколько задач [9]:

- 1) улучшает внешний вид и механическую прочность оттиска;
- 2) повышает прочность оттиска и упаковки к истиранию;
- 3) повышает глянец полиграфического оттиска на упаковке. Блестящая упаковка привлекает внимание, что особенно важно при реализации упакованного товара;
- 4) повышает контраст изображения и текста на оттиске и упаковке;
- 5) повышает устойчивость оттиска к влаге и сырости, к химическим агрессивным продуктам и средам, что особенно важно для упаковки некоторых товаров;
- 6) меняет оптические свойства поверхности запечатываемого материала упаковки, повышая ее матовость или гляцевость;
- 7) изолирует красочный слой оттиска упаковки от соприкасающихся с ним упаковочных материалов, что особенно важно при раскрытии или порче упаковки;

8) создает защиту от порчи из-за трения поверхностей упаковок при транспортировке товара;

9) изолирует красочный слой оттиска от упакованных продуктов и от прямого соприкосновения с другими поверхностями, устраняя таким образом переход красочного слоя (перетискивание);

10) создает шероховатость поверхности упаковки и предотвращает скольжение упакованного товара относительно друг друга.

Разновидности лакирования. В зависимости от площади оттиска, куда наносят лак, лакирование может быть:

1) общим (полное, сплошное), когда слоем лака покрывают всю поверхность оттиска;

2) неполным (фрагментарное, выборочное, местное), когда слоем лака покрывают только отдельные фрагменты изображения на оттиске или часть листа оттиска.

В зависимости от способа нанесения лака на оттиски различают следующие технологии лакирования:

1) лак наносят в печатной машине сразу после печати оттисков за один листопрогон, за один непрерывный цикл;

2) лак наносят на заранее отпечатанные оттиски в специализированных лакировальных машинах.

Лаки классифицируют по различным технологическим и эксплуатационным параметрам: составу; оптическим свойствам; специальным свойствам; вязкости; скорости закрепления; физической стойкости; химической стойкости; технологии нанесения; пригодности лаковой пленки к послепечатной обработке.

По составу они разделяются на масляные (офсетные, печатные), водно-дисперсионные, лаки на летучих растворителях, лаки УФ-отверждаемые. Для получения уникальных эффектов или подготовки оттиска к последующим операциям применяются специальные лаки: ароматизированные, металлизированные, перламутровые, блистерные.

По создаваемому внешнему эффекту (оптическим свойствам) лаки делятся на глянцевые и матовые.

21.2. РАЗНОВИДНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЛАКОВ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ. ЛАКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Масляные (печатные) лаки можно рассматривать как бесцветную прозрачную печатную краску. По своему составу очень близки к офсетным краскам.

Преимущества масляных лаков [9]:

- 1) при лакировании тонкой бумаги ее линейные размеры не изменяются так сильно, как при использовании водно-дисперсионных лаков;
- 2) при обслуживании печатной машины можно использовать стандартные смывные растворы, как для офсетных красок;
- 3) при коррекции свойств масляных лаков применяются те же вспомогательные средства, что и в случае офсетных красок;
- 4) хорошая адгезия лака к запечатываемому материалу, высокая механическая прочность и вместе с тем гибкость лаковой пленки;
- 5) широкий ассортимент лаков;
- 6) хорошая защита оттиска от влаги.

Недостатки масляных лаков.

- 1) длительное закрепление на оттиске (как и любой офсетной краски). Для полного закрепления лака требуется около 2 ч;
- 2) склонность к пожелтению с течением времени как самой лаковой пленки, так и обратной стороны оттиска;
- 3) сравнительно невысокий глянец (по степени глянца такой лак уступает дисперсионному и УФ-лаку);
- 4) возможное появление неприятных запахов — из-за образования побочных летучих продуктов полимеризации;
- 5) необходимость использования противоотмарывающих порошков, так как окончательное закрепление лака происходит лишь после нескольких часов;
- 6) возможное слипание оттисков в стапеле большой высоты.

Масляный лак можно использовать как для сплошного, так и для выборочного лакирования. Сплошное лакирование аналогично печати красками плашки в размер оттиска при отключенном увлажняющем аппарате, при сплошном лакировании масляный лак ускоряет процесс старения бумаги. Выборочное лакирование с использованием масляных лаков — это то же самое, что и обычная офсетная печать.

Лаки на основе летучих растворителей представляют собой растворы природных или синтетических смол в спиртах, эфирах или ароматических углеводородах [9].

Достоинства лаков на летучих растворителях:

- 1) высокий глянец, сравнимый с глянцем, достигаемым при УФ-лакировании;
- 2) быстрое закрепление за счет испарения ЛР;
- 3) более толстый наносимый слой, чем при работе с масляным или воднодисперсионным лаком;
- 4) хорошая прочность на истирание;
- 5) хорошая защита от воздействия влаги, масел, грязи, жира;

- 6) более низкая стоимость по сравнению с УФ- и масляными лаками;
- 7) невысокие энергозатраты.

Недостатки лаков на летучих растворителях:

- 1) содержат токсичные и экологически вредные летучие органические растворители;
- 2) загрязнение окружающей среды из-за испарения растворителей;
- 3) требуют тщательного соблюдения условий безопасности труда, специальных требований к оборудованию сушильных устройств и цеховой вентиляции;
- 4) очень огнеопасны. Требуют строгого соблюдения соответствующих правил пожарной безопасности;
- 5) необходимо уделять внимание проблеме возможного отрицательного воздействия растворителя на резиновые покрытия валов лакировальной машины или устройства.

Водно-дисперсионные лаки (ВД-лаки) представляют собой смесь полимерных дисперсий и пленкообразующих, увлажняющих и анти-вспенивающих добавок [9].

Преимущества водно-дисперсионных лаков:

- 1) более высокий глянец по сравнению с масляными лаками;
- 2) высокая прозрачность и отсутствие «желтизны» при сплошном лакировании;
- 3) отсутствие запаха у сухой пленки;
- 4) более толстый наносимый слой, чем при работе с масляными лаками;
- 5) отсутствие выщипывания оттиска благодаря малой вязкости лака;
- 6) применяется для защиты печатного изображения от воздействия масел, грязи и жира;
- 7) более низкая стоимость по сравнению с УФ- и масляными лаками.

Недостатки водно-дисперсионных лаков:

- 1) деформация тонкой бумаги (60 г/м^2 и менее) при лакировании, так как эти лаки в основном содержат воду;
- 2) лак очень быстро высыхает, и поэтому могут возникнуть сложности при очистке валиков после печати;
- 3) водно-дисперсионные лаки могут пениться. Существуют специальные добавки — пеногасители, которые снижают образование пены;
- 4) для достижения высокого глянца требуется лакирование в два слоя с предварительной сушкой первого слоя.

УФ-отверждаемые лаки представляют собой раствор акриловых смол и жидких полимеров, которые закрепляются только под воздействием УФ-излучения с длиной волны 250–400 нм [9].

Достоинства УФ-лаков:

- 1) высокий глянец;
- 2) ярко выраженный декоративный эффект;
- 3) мгновенное высыхание, не требуется применения противомарывающего порошка при стапелировании;
- 4) возможность быстрой дальнейшей обработки: тиснения, биговки и фальцовки;
- 5) сохранение оптических свойств изображения в течение длительного времени (УФ-лак не желтеет);
- 6) не токсичен и безвреден для окружающей среды и человека, так как не содержит экологически вредных летучих органических растворителей и токсичных компонентов.

Недостатки УФ-лаков:

- 1) невозможность лакирования «по-сырому» на линии в офсетных печатных машинах при печатании традиционными красками;
- 2) для качественного лакирования пористых сортов бумаги и картона требуется предварительное грунтование (сплошная запечатка или лакирование водно-дисперсионным лаком или лаками на основе ЛР);
- 3) высокие энергозатраты на сушку и эксплуатацию УФ-сушильных устройств, высокая стоимость сушильного устройства;
- 4) имеет более высокую стоимость по сравнению с другими лаками.

Лаки специального назначения. Это лаки, придающие оттиску особые физико-химические свойства, в том числе повышенную стойкость к воздействию света, высоких и низких температур, влаги, различных химических реагентов, абразивных материалов.

Барьерные лаки — это покрытия, которые придают поверхности барьерные свойства по отношению к чему-либо. Чаще всего они используются при изготовлении пищевой упаковки, так как продукты содержат в себе различные вещества, легко впитывающиеся в бумагу или картон.

Блистерные лаки — лаки, которые используются при создании блистерной упаковки, представляющей собой картон с приваренной к нему жесткой пластиковой формой, содержащей изделие.

Металлизированные лаки — это водные металлические пасты, предназначенные для нанесения через лакировальную секцию с камерно-рачельной системой. От традиционных металлизированных масляных офсетных красок их отличает значительно больший металлический глянец.

«Перламутровый» лак представляет собой обычный лак с введенной в него добавкой, которая и придает лаковой пленке желаемый вид.

Ароматизированные лаки служат для придания запаха изображению. В их составе используются микрокапсулы с душистыми маслами. Чтобы почувствовать запах, необходимо потереть запечатанную поверхность.

21.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ОСОБЕННОСТИ УФ-ЛАКИРОВАНИЯ. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ПРИ УФ-ЛАКИРОВАНИИ

При работе с УФ-лаками можно столкнуться и с определенными трудностями. Например, при лакировании оттиска «по-сырому» в сочетании с традиционными офсетными красками могут наблюдаться затруднения с высыханием красок из-за ограничения доступа кислорода к красочному слою. Это усложняет полимеризацию. Лаковая пленка не пропускает и продуктов окисления при полимеризации краски. Это приводит к мутности лакового слоя; к снижению его глянца и деформации, т. е. к неприятным эффектам так называемого дефекта «апельсиновой корки». Чтобы избежать этого, рекомендуется лакировать уже высохшую продукцию либо использовать в сочетании с этими лаками специальные краски УФ-отверждения или созданные в последнее время гибридные краски [9].

Наносить УФ-лаки на поверхность оттисков можно как в лакировальной машине, так и непосредственно в печатной машине; используя для этой цели либо красочный, либо увлажняющий аппарат, либо специальную лакировальную секцию (или несколько секций). В нее входит сушильное устройство и оно работает в линию с печатной машиной.

Выпускаются лаки для нанесения покрытий в офсетных, трафаретных и флексографских печатных машинах. Особое распространение УФ-лаки получили в флексографских рулонных машинах. Как правило, все лакировальные секции в печатных машинах и лакировальные аппараты в лакировальных машинах — это печатные аппараты флексографского способа печати с гладкими или анилоксовыми валиками подачи лака на форму.

Следует учитывать, что УФ-лак наносится не на запечатываемый материал, а поверх офсетных красок (традиционных или УФ-красок). Такая технология предполагает применение праймеров для того, чтобы усилить адгезию УФ-лака и красочного слоя, а также сгладить неровность поверхности бумаги и обеспечить безупречную гладкость и абсолютный блеск лаковой пленки.

Бумага, на которую будет наноситься УФ-лак, должна быть мелованная и каландрированная. Немелованная бумага впитывает лак. Бумага с глянцевым покрытием также не подходит для УФ-лакирования, так как толщина мелованного покрытия в два или три раза больше, чем слой лака на валиках. Такое покрытие играет роль поглощающего фильтра и дает тот же самый результат, что и немелованная бумага.

Бумага, предназначенная для УФ-лакирования, не должна быть бигована (количество лака, наносимого по месту биговки, может оказаться в три раза больше толщины слоя на всем листе, и при фальцевании он растрескается).

Краски для печати в линию должны содержать высоконасыщенные пигменты, хорошо закрепляться и иметь определенные характеристики поверхностного натяжения для установления баланса «краска – вода». Лак также должен хорошо закрепляться, быть эластичным и текучим для достижения максимального глянца и адгезии. В выборе основных материалов типографии полагаются на опыт и знания своих поставщиков.

Не все краски Pantone подходят для печати продукции, которая в дальнейшем будет подвергнута УФ-лакированию. Краски могут изменяться или обесцвечиваться после лакирования, особенно при использовании малых концентраций. Например, может измениться интенсивность цвета.

Краски специального назначения (металлизированные; флюоресцентные) не рекомендуется подвергать УФ-лакированию, поскольку существует опасность окисления металлического порошка и обесцвечивания пигмента флюоресцентной краски, что неизбежно приведет к изменению цвета исходного красочного слоя.

Основная проблема, с которой сталкиваются типографии, — это проблема стойкости и гладкости лаковой пленки, поэтому очень важен правильный выбор комбинации «праймер — УФ-лак». Основное назначение праймера — обеспечить хорошее закрепление УФ-лака на оттиске и сгладить неровность поверхности бумаги. Эти задачи решаются легко, если праймер выбран правильно и соблюдены все режимы работы с ним. В качестве праймера рекомендуется водно-дисперсионный лак.

Перед лакированием стапель должен быть акклиматизирован. Позитивно влияет на растекание повышение температуры, например, внешний нагрев лака до 40°C или дополнительное воздействие ИК-излучателей в лаковом модуле. Неравномерность растекания возникает из-за воздействия лакируемого материала.

Стойкость к истиранию и царапанию проверяется ногтем. Если лак легко сцарапывается, то причина в ломкости и хрупкости лаковой

пленки. Хрупкость лака появляется, если пленка лака слишком сильно отверждена. Еще одна причина — недостаточная адгезия к запечатываемому материалу. При отверждении лаковый слой усаживается, так как объем наносимого лака меньше, чем высохшая лаковая пленка. При усадке возникают напряжения, и только хорошая адгезия лака к запечатываемому материалу гарантирует устойчивость к царапинам.

Противоотмарывающие порошки негативно влияют на УФ-лакирование. Их количество должно быть минимизировано, а лучше вообще от них отказаться. При лакировании отличных по степени впитываемости запечатываемых материалов УФ-лак впитывается по-разному.

Если появляется разбрызгивание или лаковый туман, то проверяют вязкость лака. Мелкие брызги лака попадают в дыхательные пути и наносят вред здоровью. Если лак сильно пенится — добавляют пеногаситель.

При одностороннем лакировании на двухстороннем мелованном материале из-за нагрева в УФ-сушке мелованный слой на обратной стороне бумаги может стать термопластичным и в стапеле под давлением склеиться с лаковым слоем. Применяют только специальные лаки для таких видов бумаги и контролируют температуру стапеля.

Все УФ-материалы являются реактивными и должны храниться при таких условиях, чтобы избежать воздействия высоких температур и попадания прямых солнечных лучей. Все баки с краской должны быть закрыты. Рекомендуется хранить баки при температуре 15–20°C.

21.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛАКИРОВАНИЯ

Выделяют два типа лакировальных аппаратов — валковый и камерно-ракельный [9].

Лакировальный аппарат валкового типа включает в свой состав три валика (цилиндра): хромированный дукторный, обрезиненный дозирующий и хромированный накатной. Дукторный цилиндр располагается в корыте с лаком. Количество подаваемого лака плавно регулируется путем изменения скорости вращения дукторного цилиндра, имеющего индивидуальный привод.

Для формирования равномерного слоя лака на оттиске между дозирующим валиком и накатным цилиндром в лакировальном аппарате реализуется реверсивное проскальзывание, которое обеспечивается встречным вращением валиков относительно друг друга.

Основное преимущество камерно-ракельных лакировальных аппаратов — более точная и стабильная дозировка требуемого количества

лака вне зависимости от скорости работы печатной машины. Однако для того, чтобы иметь возможность варьировать количество наносимого лака в разных заказах, типография должна иметь в наличии два или более растрированных (анилоксовых) цилиндра с разным объемом ячеек.

Подача лака осуществляется через закрытую камеру, ограниченную двумя ракелями. Ракели взаимодействуют с покрытым керамикой растрированным (анилоксовым) цилиндром, который выполняет функцию накатного цилиндра, так как обеспечивает подачу лака на формный цилиндр. Верхний ракель снимает излишки лака с растрированного цилиндра, а нижний предотвращает вытекание лака из камеры.

При нанесении УФ-лака в линию в приемно-выводное устройство печатной машины монтируется УФ-сушка, а также системы охлаждения оттисков и отвода озона.

При лакировании через увлажняющий аппарат офсетной печатной машины наиболее часто используется однокрасочная офсетная печатная машина, дополнительно освещаемая ИК- или УФ-сушильным устройством. Лак подается через увлажняющий аппарат печатной машины на офсетную форму, затем последовательно на офсетное полотно и далее на бумагу.

Варианты установки сушильных устройств варьируются в зависимости от конструктивных особенностей печатной машины. В машинах с высокостапельным приемным устройством сушка устанавливается в системе цепного выводного транспортера. При таком варианте установки сушки имеется ряд существенных недостатков, особенно заметных при УФ-лакировании. Из-за короткого пути проводки листа от момента нанесения слоя лака в печатной паре до момента вхождения листа в зону сушки недостаточно времени для спада механических напряжений в слое и не происходит образования равномерной структуры поверхности лаковой пленки, что снижает глянец лакового слоя. Из-за ограниченного пространства рядом с сушкой невозможно установить рефлекторы с эффективным воздушным охлаждением УФ-ламп в соответствии с требованиями пожарной безопасности.

Вышеуказанных недостатков лишен второй вариант оснащения офсетной печатной машины УФ-сушильным устройством — установка транспортирующего вакуумного тefлонового конвейера в зоне приемно-стапельного устройства печатной машины. Путь прохождения листа существенно удлиняется, достаточно места для установки УФ-сушильной камеры с воздушным охлаждением, нет проблем с загрязнением захватов цепного транспортера. Кроме того, существенно повышается пожарная безопасность машины за счет возможности

установки подъемных пневматических цилиндров, автоматически поднимающих камеру УФ-сушки при аварийной остановке машины. Обычно конвейер с сушильным устройством устанавливают в моделях машин с низкостапельной приемкой. Вывод лакированных листов с конвейера может осуществляться просто на приемный стол или в дополнительное автоматическое приемно-стапельное устройство, устанавливаемое на выходе листов с конвейера.

Независимо от варианта установки сушильного устройства способ нанесения лака через увлажняющий аппарат офсетной машины имеет общие недостатки, делающие невозможным достижение высоких декоративных свойств наносимого лакового покрытия.

Промежуточное разделение слоя лака в зоне контакта формного и офсетного цилиндров и отсутствие необходимых точных регулировок количества подаваемого лака в системе увлажняющего аппарата не позволяют наносить на бумагу слой лака большой толщины. Кроме того, очень важно иметь систему замкнутой циркуляции лака, подключаемую к ванне, из которой лак подается в машину через валы увлажняющего аппарата. Традиционные офсетные печатные машины не оборудованы такой системой, что требует дополнительных затрат на ее установку. Для качественного УФ-лакирования требуется также подогрев лака в емкости, из которой он подается насосом в ванну увлажняющего аппарата.

Листовые лакировальные машины — наиболее эффективный высокоскоростной вид специализированного оборудования для лакирования листовой печатной продукции. Существуют два основных конструктивных принципа построения листовых лакировальных машин: захватного и беззахватного типа.

Листовые лакировальные машины захватного типа предназначены для избирательного и сплошного лакирования бумаги и картона. Термин тип «захватный» подразумевает тот же принцип проводки листа, что и в листовых офсетных печатных машинах. Лист проводится в печатной паре захватами печатного цилиндра, удерживающими лист за переднюю кромку, и выводится из машины цепным транспортером, несущим несколько штанг с захватами, в приемное устройство или на конвейер с сушильным устройством. Конструкция лакировальных машин захватного типа аналогична конструкции лакировальных секций листовых офсетных печатных машин.

Все листовые лакировальные машины захватного типа оборудованы каскадным пневматическим самонакладом для подачи листов, аналогичным самонакладам листовых офсетных печатных машин. Накладной стол самонаклада оборудован всеми необходимыми устройствами для точной подачи листов: датчиком двойного листа, боковыми

сталкивающимися упорами, передними упорами и т. п. Транспортирование листа в момент лакирования производится захватами печатного цилиндра. В конструкциях некоторых лакировальных машин для передачи листа с накладного стола в захваты печатного цилиндра используются форгрейферы различных конструкций, что позволяет работать с большой точностью подачи листов на больших скоростях.

Нанесение лака на поверхность листа происходит в зоне контакта лакировального и печатного цилиндров. Для сплошного лакирования используется офсетное резиноканевое полотно, для избирательного лакирования — гибкие фотополимерные формы высокой печати или офсетное полотно с удаленным на пробельных участках резиновым слоем. Устройство подачи лака включает накопительную емкость с подогревом и термостатом, замкнутую систему циркуляции лака, накатной и дозирующий валы. Регулировка количества подаваемого лака осуществляется с помощью изменения рабочих зазоров в парах «дозировочный вал — накатной вал», «накатной вал — формный цилиндр», а также с помощью изменения скорости вращения накатного вала.

УФ-лакировальные машины беззахватного типа широко применяются для сплошного УФ-лакирования листовой бумаги и картона. Проводка листа по секциям машины производится с помощью вакуумного ленточного конвейера.

Нанесение лака на поверхность листа осуществляется наносящим валом, имеющим сплошное полимерное покрытие, устойчивое к агрессивному воздействию компонентов УФ-лака и его растворителей. Вместе с нижним металлическим валом наносящий вал образует транспортирующую пару для проводки листа в момент нанесения лака.

Регулирование количества наносимого лака осуществляется путем изменения зазоров между наносящим валом и металлическим дозирующим валом, а также изменением зазора между дозирующими валами. Подача лака в лакировальную секцию осуществляется через насадку в зазор между дозирующими валами. Такой принцип построения лакировальной секции характерен для всех лакировальных машин беззахватного типа.

В конструкции высокоскоростных автоматических УФ-лакировальных машин дозирующий металлический вал имеет индивидуальный привод с возможностью изменения частоты и направления вращения. Каждый из валов оснащен специальными ракелями: для очистки поверхности вала и регулировки толщины слоя лака на поверхности вала. При такой конструкции лакировальной секции имеется возможность точной регулировки толщины слоя лака в широком диапазоне и работы с лаками с различными реологическими характеристиками.

21.5. КАЧЕСТВО ЛАКИРОВАНИЯ. ДЕФЕКТЫ ПРИ ЛАКИРОВАНИИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Качество лакирования контролируется в соответствии с техническими требованиями [9]:

1) оттиски после лакирования не должны изменять своего цвета, лишь в отдельных случаях допускаются незначительные отклонения. Это требование не относится к случаям, когда используют металлизированные лаки;

2) блеск лакированной поверхности должен соответствовать требованиям оформления и характеру печатной продукции;

3) лакированная поверхность должна быть ровной, без полос и просветов, затеков и пузырей;

4) печатная продукция после лакирования не должна деформироваться и скручиваться;

5) слой лака должен прочно соединяться с бумагой и оттиском и не отслаиваться при сгибе листа.

Блеск поверхности отлакированных листов контролируется блескомером или визуальным сравнением их с утвержденным эталоном. Равномерность лакового покрытия, отсутствие полос, просветов, пузырей и загрязнений проверяются визуально. При перегибе листа лицевой стороной наружу контролируется адгезионная прочность соединения. Она считается достаточной, если при однократном перегибе не наблюдается отслаивание лакового покрытия от поверхности. Отлакированные листы не должны скручиваться и коробиться. Это проверяют после выдерживания листов в стопе. При выходе отлакированных листов из сушильной камеры машины слой лака на них должен быть сухим. Высыхание лака проверяется прикосновением пальца к лаковому покрытию после выхода листа из зоны охлаждения. Палец не должен даже легко прилипнуть к лаковому слою.

Слипание оттисков после сушки проверяют при выдерживании оттисков в стапеле под нагрузкой. По внешнему виду лаковый слой должен быть прозрачным и бесцветным, если лакирование проводилось прозрачными бесцветными лаками. Цветовая гамма изображения на листах после лакирования должна оставаться без заметных изменений. Контроль проводится визуально или колориметрическим способом путем сравнения цветовой гаммы изображения на листах печатной продукции до и после лакирования.

Прочность печатной краски к лакированию оценивается в баллах следующим методом. Определяется способность краски окрашивать

листы фильтровальной бумаги, пропитанной растворителем или пластификатором, входящим в состав лака. При соприкосновении с оттисками число окрашенных листов и, соответственно, прочность к лакированию бывают различными.

Перечень дефектов лакирования, причины их возникновения и способы устранения приведены в таблице.

**Дефекты лакирования, причины их возникновения
и способы устранения**

Дефекты лакирования	Причины возникновения	Способы устранения
Лак не «накатывается» на валы	1. Слишком низкая подача лака 2. Недостаточный (или избыточный) натиск между накатными валиками 3. Лак был заморожен; такой лак может быстро образовывать тонкую стекловидную пленку на валу, адгезия к которой последующих слоев лака невелика 4. Нарушение рецептуры лака в процессе производства	1. Отрегулировать подачу лака, изменив режим работы машины 2. Отрегулировать натиск 3. Заменить лак 4. Заменить лак
Лак засыхает на валах в процессе работы	Слишком низкая подача лака, в том числе вследствие малой вязкости	Отрегулировать подачу лака, изменив режим работы машины
Лак накапливается по краям валов в процессе работы	1. Слишком высокая вязкость лака 2. Формат резины больше формата лакируемого оттиска 3. Ширина передаточного вала больше ширины лакируемого листа	1. Измерить вязкость, довести до необходимого значения 2. Подрезать резину (или подобрать подложку соответствующего размера) 3. Подобрать вал необходимой ширины
Лак разрушает (растворяет) материал вала	Материал вала неустойчив к данной химической среде	Заменить вал
Лакируемый оттиск приклеивается к офсетному цилиндру	1. Очень вязкий лак 2. Очень липкий лак 3. Низкая подача лака 4. Высокое давление между формным и офсетным цилиндрами 5. Лакировка была возобновлена после остановки машины	1. Довести вязкость до необходимого значения 2. Добавить агент, снижающий липкость 3. Отрегулировать подачу лака 4. Уменьшить давление (увеличить зазор между валами) 5. Обязательно промывать офсетное полотно после остановки машины

Продолжение таблицы

Дефекты лакирования	Причины возникновения	Способы устранения
Лак наносится на весь оттиск, но не равномерно по ширине листа	1. Отсутствие соосности между валами 2. Неравномерная подача лака по ширине листа 3. Накопление грязи на валиках	1. Отремонтировать машину 2. Отрегулировать подачу лака 3. Очистить валики
Царапины, кратеры на лаковой пленке	1. Испорчен или засорен наносящий вал 2. Для лакировальных машин: царапины обусловлены неотрегулированными элементами транспортера 3. Для печатных машин: неправильная настройка устройств транспортировки листа	1. Заменить или очистить вал 2. Заменить детали или отрегулировать машину 3. Для некоторых моделей печатных машин существуют специальные устройства, обеспечивающие более «бережную» транспортировку листа. Очень часто эти устройства не входят в стандартную комплектацию машины
Высокая пена в корыте лакировального модуля	Возможна для водных и органических лаков. Не характерна для УФ-лаков	Добавить пеногаситель
Лак плохо переносится на оттиск («плеши»)	1. Недостаточное количество лака в системе 2. Засорение насоса машины, накопление грязи на валиках или офсетном полотне 3. Слишком низкое давление между цилиндрами	1. Добавить новую порцию лака 2. Очистить узел машины 3. Отрегулировать давление
Капли, подтеки на поверхности оттиска	1. Испорчен наносящий вал 2. Накопление лака на концах валов	1. Заменить вал 2. Измерить вязкость, довести до необходимого значения
Накопление краски на офсетном полотне лакировального модуля	1. Может иметь место при высокой плотности запечатки 2. Неверно отрегулирован на тиск между цилиндрами	1. Увеличить подачу лака. Использовать менее липкий лак или тот, который сохнет медленнее 2. Уменьшить температуру ИК-сушки. Понизить давление между цилиндрами лакировального модуля
Лак быстро «набирает» вязкость в процессе работы (характерно для водных и органических лаков)	1. Использование быстро сохнущего лака при небольших расходах и малой скорости машины 2. Высокая температура в цехе	1. Применять лак, который сохнет медленнее или регулировать вязкость добавлением растворителя 2. Проветривать цех. Установить кондиционер

Окончание таблицы

Дефекты лакирования	Причины возникновения	Способы устранения
Лак плохо смачивает незапечатанную поверхность бумаги	1. Нарушение технологии мелования в процессе производства бумаги 2. Накопление краски на офсетном полотне лакировальной секции	1. Заменить бумагу или попробовать добавить в лак смачивающий агент 2. Очистить офсетное полотно. Попробовать компенсировать низкую смачиваемость увеличением подачи лака
Лак «проваливается» в поры бумаги	Высокая пористость основы	Заменить бумагу или нанести 2–3 слоя лака либо (для УФ-лаков) возможно применение специального грунта либо добавок

ЛАМИНИРОВАНИЕ, КАШИРОВАНИЕ, ПРИПРЕССОВКА В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 22

В лекции рассматривается классификация процессов ламинирования, приводится характеристика полимерных пленок, предназначенных для припрессовки и основные требования, предъявляемые к используемым материалам. Рассматриваются показатели, по которым выполняется оценка качества продукции с припрессованной пленкой. Изучается процесс каширования, приводятся требования к используемым материалам и основные характеристики оборудования.

22.1. ЛАМИНИРОВАНИЕ, КАШИРОВАНИЕ, ПРИПРЕССОВКА. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЛАМИНИРОВАНИЯ

Ламинирование — покрытие полиграфической продукции пленкой либо соединение двух или более материалов с помощью склеивающего вещества, либо нанесение на один материал расплава другого. Материал, получаемый в результате ламинирования, носит название ламинат [9].

Припрессовка — разновидность ламинирования, это процесс соединения прозрачной пленки с запечатанной и незапечатанной бумагой, картоном путем температурного и силового воздействия или приклеивания.

Каширование — процесс клеевого соединения непрозрачных материалов. Каширование непрозрачными материалами используется, например, при производстве упаковки из гофрокартона для соединения предварительно запечатанного листа с гофрированной основой.

Ламинирование служит не только средством оформления, но и придает продукции блеск, гладкость, механическую прочность, долговечность, защиту от загрязнений, истирания, механических повреждений и подделки.

Ламинат — материал сложной структуры, обладает физическими, химическими и механическими свойствами, образующимися в результате комбинации свойств составляющих его материалов.

Процессы ламинирования можно классифицировать по типу склеиваемого вещества, используемого в производстве ламината, по расположению сушильного устройства и наличию растворителя, по наличию или отсутствию нагрева материалов. С учетом этого выделяют экструзионное, с использованием расплавов, клеевое, бесклеевое, мокрое, сухое, сольвентное, бессольвентное, восковое, горячее и холодное ламинирование.

Экструзионное ламинирование — процесс нанесения на поверхность оттиска расплава полимера. Расплав может наноситься на различные материалы: бумагу, полимерные пленки, фольгу, ткань и т. д.

Основная область применения экструзионного ламинирования — производство многослойных упаковочных материалов на основе фольги, бумаги, полиэтилена, предназначенных, например, для упаковки жидких пищевых продуктов.

Ламинирование с использованием расплавленного полимера в качестве связующего вещества является технологией, производной от покрытия методом экструзии. Она находит применение при массовом производстве крупных партий промышленных ламинатов с использованием алюминиевой фольги и бумаги, реже — с различными по химическому составу пластмассовыми пленками. Соединение двух лент из различных материалов происходит при участии тонкой струйки расплава полимера, выдавливаемого из плоского сопла. Чаще всего применяют расплав полиэтилена низкой плотности. Расплавленный полиэтилен подают из экструдера непосредственно на соединяемые материалы. Соединяемые материалы дожимным роликом прижимаются к охлаждающему цилиндру.

Ламинирование с использованием синтетического воска может осуществляться также путем нанесения между соединяемыми слоями расплавленных смесей воска и полимера, обычно сополимера этилена с винилацетатом. Расплавленная масса при использовании подающего вала наносится на один из слоев, который соединяется с другой лентой материала при помощи сжимающих валов. Эта система ламинирования применяется, главным образом, для соединения алюминиевой фольги с различными видами бумаги. Стойкость слоев к отрыву в этой системе значительно ниже по сравнению с прочими системами ламинирования. Данный тип ламинирования применяется при изготовлении упаковки для жевательной резинки, сыров и т. п.

В зависимости от способа соединения основы и покрытия различают клеевую и бесклеевую припрессовку.

При клеевой припрессовке на полотно покровного материала наносится адгезив, после чего осуществляется склейка с материалом

основы. Параметры процесса ламинирования в значительной степени зависят от свойств клея. Он должен быть прозрачным, бесцветным и обладать хорошей адгезией к склеиваемым материалам.

При бесклеевой припрессовке используются двухслойные пленки, состоящие из основы и термопластичного слоя, материал которых при расплавлении выполняет функции адгезива, т. е. способен заполнять неровности поверхности материала основы и обеспечивать прочное скрепление ее с покрытием. При прохождении через ламинатор термопластичный слой расплавляется и под воздействием давления соединяет пленку с основой. После охлаждения полимер затвердевает, обеспечивая прочность соединения.

Приклейка полимерной пленки с использованием клея на основе растворителей может производиться по двум схемам: «сухой» и «мокрой».

«Мокрая» припрессовка — процесс, при котором склеиваемое вещество во время соединения двух материалов находится в жидком состоянии. При «мокрой» склейке припрессовка полотна осуществляется непосредственно после нанесения на полимерную пленку клея, и только затем производится сушка. Эта система применяется чаще всего для ламинирования алюминиевой фольги различными видами бумаги или картона.

При «сухой» припрессовке пленка после нанесения на нее клея сушится, и только затем осуществляется припрессовка. Технология сухого ламинирования считается более универсальной, так как позволяет соединять практически любые материалы. Недостатком этого метода является возможность деформации пленок с низкой теплостойкостью в сушильной камере. В технологии «сухого» ламинирования чаще всего используются двухкомпонентные полиуретановые клеи с растворителем.

При сольвентной припрессовке во время нанесения клеевого состава используется растворитель, а при бессольвентной припрессовке применяется обычно клей на полиуретановой основе. Используется ламинатор, состоящий из вала с эластичным покрытием и нагреваемого стального полированного вала.

Горячая припрессовка — это припрессовка основы и пленки с нанесенным клеевым компонентом, который плавится при высокой температуре (в диапазоне от 90 до 115°C). Под высоким давлением (300–400 МПа) пленка с расплавленным клеевым сополимером накачивается на бумагу или картон. Соблюдение всех технологических норм (давление, температура и скорость) гарантирует высокое качество и отличную адгезию пленки к запечатанной поверхности.

При холодной припрессовке пленка-основа и клеевой компонент находятся отдельно. Используется различный клей (водный, полиуретановый и др.). Клей наносится на пленку, и данный материал (пленка + клей) накатываются на бумагу или картон под высоким давлением. Толщина используемой пленки: для глянцевой — 25 мкм, для матовой — 30 мкм.

22.2. ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРИПРЕССОВКИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ПРИПРЕССОВКИ ПЛЕНКИ

Полимерными пленками называют тонкие слои из полимерного вещества или из смеси его с некоторыми низкомолекулярными веществами (пластификаторы, красители, наполнители и т. д.) толщиной от 10–20 до 200 мкм и больше. Способность полимера образовывать пленку объясняется большими размерами его молекул и их характерным цепным строением, что придает молекулам полимеров гибкость [9].

Для припрессовки клеевым способом используются полипропиленовые, полиэтилентерефталатные и ацетилцеллюлозные (триацетатные и диацетатные) пленки.

Полипропиленовые пленки обладают хорошими физико-механическими свойствами и относительно дешевы, широко используются для припрессовки к печатной продукции. Полипропиленовые пленки имеют высокие механическую прочность, стойкость к истиранию, хорошую размерную стабильность и повышенную стойкость к деформации в широких пределах изменения температуры и влажности. Существенного улучшения свойств полипропиленовой пленки достигают путем ее ориентации (вытяжки) в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Полипропиленовые пленки обладают исключительной прозрачностью (95%) и глянецитостью, высокой прочностью при хорошей гибкости, низкой паропроницаемостью, стойкостью к растрескиванию под напряжением. Морозостойкость пленки сравнительно невысока — от -15 до -20°C . Для припрессовки применяются полипропиленовые пленки толщиной 12 и 20 мкм. Полипропилен обладает большой химической стойкостью, на него не действуют многие концентрированные кислоты и щелочи даже при повышенной температуре. Высокая

механическая прочность, блеск, прозрачность, эластичность в сочетании со значительной теплостойкостью (до 130–140°C) и слабой проницаемостью для различных агрессивных сред обеспечивают высокие эксплуатационные качества полипропиленового покрытия.

Полиэтилентерефталатные (лавсановые) пленки обладают высокой механической прочностью, пропускают до 90% света видимой части спектра, морозостойки (хрупкость не наблюдается даже при –50°C). Для припрессовки к печатной продукции применяют пленку толщиной 12–20 мкм. Оттиски с припрессованной полиэтилентерефталатной пленкой имеют высокие прочностные показатели, практически не деформируются и не изменяют своих свойств с течением времени.

На пленки методом экструзии легко наносится слой полиэтилена. Такие двуслойные пленки используют для упаковки. Они обладают сравнительно хорошей влагостойкостью и газопроницаемостью, устойчивы к органическим растворителям, кислотам и различным маслам, но растворяются в щелочах. Недостатки лавсановых пленок — повышенная электризуемость и способность накапливать электрические заряды, сравнительно высокая стоимость изготовления.

Ацетилцеллюлозные пленки (диацетатные и триацетатные) имеют относительно высокие прочность, прозрачность, блеск, термо- и морозостойкость, небольшую усадку при нагревании, стабильность размеров. Однако по сравнению с другими пленками они обладают большой влагопроницаемостью, значительно меньшей прочностью на разрыв, небольшим сопротивлением к излому. Триацетатные пленки имеют более высокие физические и физико-механические показатели, чем диацетатные. К недостаткам пленки следует отнести ее хрупкость.

Изменение физико-химических и механических свойств пленки с течением времени называют «старением». Основным недостатком лавсановых пленок — их быстрое старение, что связано с миграцией в атмосферу основного количества пластификатора, вводимого в пленку в процессе ее получения для улучшения ее физико-механических свойств. Вначале продукция с припрессованной пленкой имеет высокие прочностные и качественные показатели, но с течением времени эти свойства изменяются: появляется заметная деформация и скручиваемость оттисков, наблюдаются краевые надрывы пленок.

Для припрессовки пленки к полиграфической продукции используются клеи (лаки) — растворы полимеров в органических растворителях, а также латексы — водные дисперсии полимеров. В состав клеев могут входить поливинилвый спирт, эмульсии поливинилацетата, поливинилхлорида, полиакрилового эфира, латексы натурального и

синтетического каучука с такими добавками, как глицерин, дибутилфталат и др. Вид клея и его состав в каждом реальном варианте устанавливаются в соответствии с видом бумаги и пленки.

Лаки представляют собой растворы природных или синтетических полимеров в летучих растворителях. Преимущество лаков перед латексами заключается в возможности регулировать время их высыхания (пленкообразования) введением растворителей для обеспечения необходимых технологических параметров.

Клей, используемый для припрессовки пленки, должен быть прозрачным, бесцветным, хорошо взаимодействовать с растворителем, бумагой и пленкой и не изменять своих свойств в процессе припрессовки. Он должен обеспечивать прочное соединение бумаги с пленкой в процессе ее припрессовки. Рабочий раствор клея должен иметь определенную вязкость.

Рабочая вязкость клея должна соответствовать условию его равномерного нанесения на пленку для получения прочного адгезионного контакта между оттиском и пленкой. Из практики работы установлено, что вязкость клеев на спиртовой основе варьируется в пределах 35–50 с, а при использовании клеев на летучих растворителях, таких как этилацетат, бутилацетат, толуол и др., — в пределах 20–30 с по вискозиметру ВЗ-4. Водные растворы клеев должны иметь вязкость не более 25–30 с.

В процессе припрессовки пленки к бумагам, различающимся пористостью и капиллярностью, степенью проклейки, упругоэластическими свойствами, гладкостью и прочностью поверхности, предъявляются общие требования. Они должны хорошо воспринимать печатную краску, иметь ровную поверхность, однородный, без разнооттеночности цвет, иметь достаточную механическую прочность и легко деформироваться под давлением без заметных остаточных последствий деформаций, быть химически инертными, иметь чистую поверхность с минимальной сорностью, без складок и других дефектов.

Неоднородность структуры бумаги и преимущественная ориентация волокон в направлении отлива обуславливают неоднородность механических свойств листа бумаги в различных направлениях.

Раскрой бумаги должен быть таким, чтобы в процессе припрессовки долевое направление пленки совпадало с долевым направлением бумаги.

Качество печати на листах, предназначенных для припрессовки к ним пленки, должно удовлетворять техническим требованиям на печать. Краска на оттисках должна полностью закрепляться и не отма-

рывать. Поверхность листов должна быть чистой, без пыли и проти-воотмарывающих порошков.

Все оттиски одного тиража должны иметь одинаковый размер (допуск ± 2 мм). В связи с технологическими особенностями работы машины (подача листов «внахлест») поля верных сторон отпечатанных листов должны быть не менее 15 мм, поля противоположных сторон не менее 7 мм. Края листов не должны иметь замятин и надрывов. Все листы-оттиски должны быть хорошо просушены и отсортированы.

22.3. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ С ПРИПРЕССОВАННОЙ ПЛЕНКОЙ

Качество готовой продукции зависит от разнообразных факторов, взаимодействующих в процессе припрессовки.

Припрессовка пленки происходит при повышенных давлении и температуре, которые могут изменяться в широких пределах. С увеличением давления в прессующей системе прочность припрессовки пленки возрастает при незначительной величине деформации готовой продукции.

Увеличение времени выдержки материалов под давлением способствует уменьшению внутренних напряжений и исключает скручиваемость готовой продукции. На величину деформации скручивания наибольшее влияние оказывают свойства бумаг и пленочных материалов. Чем больше величина упругих деформаций, тем меньше скручиваемость готовой продукции.

Наименьшая деформация готовой продукции бывает при совпадении долевого направления пленки и бумаги в процессе припрессовки.

Рабочая вязкость клеевого раствора влияет на смачиваемость пленки и прочность припрессовки к бумаге, запечатанному оттиску. Вязкость клеевого раствора изменяют в зависимости от характера печатной продукции и исходных материалов.

Выбор оптимального режима припрессовки и подбор соответствующих материалов, определяющих качество готовых изделий, проводится в строгом соответствии с характером обрабатываемой продукции.

Наибольшая прочность достигается при припрессовке прозрачных пленок к чистой бумаге. С увеличением толщины красочного слоя на оттиске и площади запечатанной поверхности бумажного листа прочность припрессовки снижается, в связи с чем выбор материалов и режимов работы оборудования следует производить с учетом характера изданий.

Качество продукции с припрессованной пленкой оценивается по следующим показателям: прочность припрессовки пленки к оттиску, отсутствие скручивания готовой продукции, прозрачность и бесцветность полимерного покрытия оттиска, сохранение цветовой характеристики оттиска и прочие показатели внешнего вида.

Прочность припрессовки пленки к оттиску оценивают лабораторными методами. На практике определяют тип отрыва пленки от оттиска. Различают три типа отрыва: адгезионный, когезионный и смешанный; в свою очередь адгезионный тип отрыва подразделяют на два вида — отрыв по слою клея и по слою краски, когезионный — по бумаге. При использовании прозрачных полимерных пленок толщиной до 30 мкм качество припрессовки условно считается хорошим, если наблюдается отрыв смешанного типа или отрыв по бумаге, а при использовании пленок большей толщины — только отрыв по бумаге. Вследствие несовершенства метода оценки качества припрессовки целесообразно дополнительно проводить проверку на отслаивание пленки от оттиска при биговке или ее фальцовке.

Скручиваются готовые оттиски вследствие возникновения внутренних напряжений после припрессовки пленки. На величину скручивания оказывают значительное влияние свойства применяемых клеевых растворов, бумаг, толщина и свойства прозрачных пленок, а также режимы припрессовки (давление, температура каландра). Скручиваемость образца характеризуется величиной поднятия углов по отношению к горизонтальной поверхности, а также отношением величины приближения краев образца к его середине по всей длине, выраженное в процентах. Качество припрессовки считается хорошим, если величина скручивания продукции не более 5%.

Пленка на оттисках должна быть прозрачной и бесцветной, цветовая гамма оттиска оставаться без изменений. Оттиски с припрессованной пленкой не должны быть повреждены или иметь загрязнения.

В процессе припрессовки пленки можно наблюдать [9]:

1) появление блесков из-за неравномерного нанесения клеевого слоя в процессе припрессовки или недостаточной его толщины, а также из-за неравномерного перемещения пленки. Для устранения этого необходимо увеличить толщину клеевого слоя на пленке путем увеличения расстояния между клеенаносящими валиками, а также повысить вязкость рабочего раствора клея, отрегулировать натяжение и скорость движения пленки;

2) недостаточный глянец продукции или его избыток из-за нарушения режима сушки и температурного режима припрессовки пленки. В данном случае надо интенсифицировать режим сушки и повысить

температуру прессующего каландра. Необходимо также контролировать вязкость клеевого раствора и стабилизировать его в процессе припрессовки;

3) возникновение складок и морщин на оттиске с припрессованной пленкой вследствие нескольких причин. Одной из них является повышенная влажность оттисков. Для устранения дефекта, возникающего по этой причине, необходимо провести дополнительную акклиматизацию оттисков-полуфабрикатов перед припрессовкой или изменить направление подачи оттисков. Другой причиной может быть нарушение температурного режима припрессовки пленки. При этом необходимо уменьшить нагрев и давление в каландрирующем устройстве;

4) образование па оттиске полос из-за неправильного выбора толщины клеевого слоя на пленке. При возникновении этого наиболее распространенного вида дефекта необходимо уменьшить толщину клеевого слоя, скратив расстояние между клеевыми валиками, и снизить вязкость клея, введя дополнительное количество растворителя;

5) коробление продукции с припрессованной пленкой из-за повышенной температуры каландра и неравномерной термоусадки бумаги и пленки. Если припрессовка ведется при высокой температуре, а потом она резко снижается, то происходит уменьшение материала в объеме. Поскольку коэффициенты линейного расширения бумаги и пленки различны, возникает скручивание готовой продукции;

6) образование пузырей между бумагой и пленкой после припрессовки в результате излишнего содержания растворителя в клеевом слое после сушки. Это бывает при неправильно отрегулированной толщине клеевого слоя или недостаточной интенсивности сушки. Для устранения недостатка надо увеличить интенсивность сушки включением дополнительных инфракрасных излучателей или удалением заслонок перед каждым из них;

7) образование складок на пленке как в момент ее припрессовки, так и с течением времени. Основной причиной этого дефекта является нарушение температурного режима сушки пленки с нанесенным клеевым слоем, повышенная его толщина или нарушение режима припрессовки. Образованию складок способствует также неравномерное натяжение пленки;

8) недостаточная прочность припрессовки пленки к печатной продукции объясняется в основном нарушением технологического режима припрессовки, несоответствием используемых материалов техническим требованиям, влиянием температуры и влажности окружающей среды.

Рулонная бумага для припрессовки должна быть плотно смотана в рулон. Смещение кромок на торцах рулона не должно превышать ± 2 мм. Ширина рулона бумаги должна быть больше ширины рулона пленки на 20 мм. Во избежание деформации готовой продукции рекомендуется использовать бумагу массой не менее 80–100 г на 1 м².

22.4. КАШИРОВАНИЕ. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КАШИРОВАНИЯ

Кашированные материалы используются в основном там, где требуется большая жесткость и толщина конструкции при высоких требованиях к качеству изображения. Для этого изображение печатают на офсетных машинах и затем кашируют на основу требуемой толщины.

Каширование используется, когда нужно получить высокого качества оттиск на картоне при отсутствии печатной машины для печати на картоне. Как известно, более дешевые офсетные машины способны печатать на материалах не толще 0,5 мм, а флексографские оттиски на гофрокартоне часто не имеют приемлемого качества.

Для изготовления индивидуальной упаковки широкого спектра товаров, в первую очередь косметической, электронной и фармацевтической промышленности, используется кашированный микрогофрокартон. Изготовление упаковки из гофрокартона методом каширования представляет собой процесс нанесения верхнего слоя с изображением на гофрокартон с открытой гофрой (двухслойный гофролист).

Процесс каширования при изготовлении упаковки из гофрокартона состоит из двух основных операций: автоматическое нанесение клеевого состава, припрессовка.

Для каширования используется клей холодного отверждения. Строго дозированная подача исключает возможность его перерасхода, что оказывает положительное влияние на качество конечного продукта [9, 10].

Кашированная упаковка совмещает в себе характеристики потребительской упаковки (яркий, красочный внешний вид) и гофротары (прочность, надежность). Каширование картона позволяет повысить защитные функции упаковки, делая ее более прочной и жесткой по сравнению с потребительской.

Материалом для основы служит картон, переплетный картон, пенокартон, гофрокартон и микрогофрокартон от 0,45 мм, картон хром-

эрзац от 250 г/м². В качестве верхнего лайнера — бумага или тонкий картон от 0,13 мм (150 г/м²).

Кашированный микрогофрокартон обладает наиболее ровной поверхностью, но его амортизационные свойства уступают гофрокартону.

Кашируемый материал должен быть ровным и одинаковым по толщине, а по длине и ширине на 5–10 мм больше основы.

При кашировании листов предъявляются следующие технические требования:

- 1) максимальная ширина листа каширования 90 см;
- 2) минимальная поверхностная плотность 100 г/м² для офсетной бумаги и 135 г/м² для мелованной бумаги;
- 3) размер лайнера должен быть больше размера основы на 5–10 мм по двум сторонам;
- 4) необходимо обозначить верный угол;
- 5) точность позиционирования листа при кашировании — 2 мм;
- 6) буквы и вся важная информация должны быть расположены не ближе 5 мм от линии реза или биговки;
- 7) при двустороннем кашировании изображение должно быть выставлено строго в центр листа;
- 8) недопустимо использование пересушенной бумаги;
- 9) для предотвращения выгибания изделия необходима сушка тиража под прессом в течение 24 ч после каширования;
- 10) для предотвращения возможных проблем нужно предварительно произвести ламинирование или лакирование тиража УФ-лаком.

Современные автоматизированные кашировальные машины имеют целый ряд преимуществ перед ручным кашированием:

- 1) позволяют почти в 2 раза снизить расход клея и избавиться от деформации изделий;
- 2) могут работать с бумагой массой от 100 г/м²;
- 3) обеспечивают точное совмещение изображения на лицевой и оборотной сторонах изделия;
- 4) применение резиновых валов для разглаживания приклеиваемых листов избавляет от повреждений, деформации и царапин, неизбежно возникающих при ручном разглаживании листа тряпкой;
- 5) обеспечивают производительность несравнимо более высокую, чем при ручных процессах.

Принцип работы кашировальной машины с ручной подачей листов заключается в следующем. Запечатанный лист бумаги подводится сначала к передней и боковой метке. Предварительно заготовленный лист картона затягивается протяжными валиками и с помощью клеевых валиков покрывается клеем сверху; продвигаясь, он забирает

на себя запечатанный лист. При подаче гофрокартона гофр должен идти параллельно направлению движения. Оба склеенных листа проходят через пару пресс-валиков и попадают на приемный стол.

На современных автоматизированных кашировальных машинах можно использовать как двуслойный и трехслойный гофрокартон толщиной до 7 мм, так и микрогофрокартон толщиной от 1,2 до 1,8 мм. Машины имеют форматный ряд от 300×500 до 1640×1640 мм. Каширующим материалом могут служить листы бумаги или картона плотностью от 100 до 600 г/м².

Точность склейки составляет ±1 мм и зависит от качества листов, особенно важна плоскостность и равномерная толщина переднего края картона или гофрокартона, а также жесткость и направление волокон кроющего листа. Производители оборудования рекомендуют использовать дисперсионный клей ПВА. Качество конечного продукта в первую очередь определяется качеством применяемого клея ПВА, особенно при кашировании бумагой, которая имеет склонность к образованию пузырей и складок.

К преимуществам автоматических кашировальных машин можно отнести фотоэлектрический датчик положения листа, удобную систему изменения давления, регулируемую с пульта, автоматическую регулировку клеевого слоя. Совмещение листов (продольное, поперечное и угловое) регулируется с пульта. Производительность автоматических кашировальных машин — до 8000 листов/ч. Диапазон плотности подаваемого верхнего листа — от 250 до 400 г/м².

Полуавтоматические кашировальные машины обладают значительным преимуществом по этому параметру: вручную оператор может подать лист плотностью от 120 до 600 г/м². Однако при работе с толстой и тонкой бумагой придется дополнительно подбирать режимы работы машины и параметры клея. Производительность полуавтоматических машин составляет около 4000 листов/ч.

Наиболее дешевыми являются кашировальные машины с ручной подачей. Они имеют рабочую ширину от 920 до 1300 мм. Максимальная производительность таких моделей составляет около 2500 листов/ч.

ТИСНЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ

Лекция 23

В лекции рассматривается классификация способов тиснения, а также их краткая характеристика. Приводится классификация штампов для тиснения и требования, предъявляемые к геометрии штампов. Рассматривается классификация фольги для горячего тиснения, ее состав и назначение. Изучаются виды голографической и дифракционной фольги. Приводятся основные показатели качества тиснения фольгой, а также факторы, влияющие на качество оттиска.

23.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ТИСНЕНИЯ

Тиснением называется процесс получения изображения путем деформирования материала, в результате которого изменяются форма и гладкость поверхности, а также это процесс изготовления полых изделий из плоского материала. Иногда в процессе тиснения изменяется цвет поверхности материала, если одновременно с деформированием наносится покрытие путем приклеивания пигментированной или металлизированной пленки.

Классификация способов тиснения [9]

1. По характеру формы поверхности материала: плоское и объемное.
2. По числу поверхностей материала, обрабатываемых тиснением: одностороннее, двустороннее.
3. По виду тисненой поверхности: блинтовое плоское, рельефное, конгревное, генирование, гофрирование, текстурирование.
4. По нанесению покрытия: бескрасочное (блинтовое), красочное, тиснение фольгой (плоское, рельефное и конгревное), тиснение с инкрустацией, тиснение с наклейкой иллюстрации.
5. По виду инструмента (штампа): тиснение плоским штампом, тиснение цилиндрическим штампом.
6. По нагреву инструмента: холодное, горячее.

7. По типу используемого оборудования: тиснение на тигельных прессах, тиснение на плоскопечатных прессах, тиснение на ротационных прессах.

8. По виду материала: тиснение по бумаге, тиснение по картону, тиснение по пластику, тиснение по ткани, тиснение на коже.

9. По виду изделия: тиснение на обрезах книжного блока, тиснение на переплетных крышках, тиснение на обложках, тиснение на открытках, тиснение на этикетках, тиснение на пластиковых карточках, тиснение на упаковках, тиснение на канцелярских изделиях, тиснение кредитных карточек, лотерейных билетов, банковских документов, тиснение оптических защитных элементов.

10. По характеру работы: штриховые работы, плашечные работы, работы смешанного типа.

Блинтовое плоское тиснение — наиболее простой способ тиснения, при котором все элементы изображения получают углубленными и лежат в одной плоскости. Материал помещается между опорной поверхностью и штампом. При блинтовом плоском тиснении изображение несколько углублено относительно поверхности.

Конгревное тиснение является двусторонним рельефным тиснением с получением на оборотной стороне материала рельефного изображения, повторяющего изображение на лицевой стороне. Для рельефного (конгревного) тиснения применяется прессовая пара: штамп с углубленным изображением и контрштамп — матрица с выпуклым изображением, в точности повторяющим штамп, но в обратном рельефном виде.

Разновидностями рельефного тиснения являются операции отделки рулонных и листовых материалов — гренирование и гофрирование.

Гренирование — это вид одностороннего рельефного тиснения, в результате которого изменяется фактура или создается однородный рельеф у тонкого рулонного или листового материала. Величина рельефа лицевой поверхности материала невелика и обычно меньше его толщины. Применяется в производстве престижных товаров.

Гофрирование — это вид конгревного тиснения с получением однородного рельефа у тонкого рулонного или листового материала.

Текстурирование — способ тиснения, в результате которого получается текстура. Текстура — это мелкий одноуровневый рельеф с малым рисунком, повторенным до бесконечности, который воспроизводит вид определенного материала, например кожи.

Комбинированные способы тиснения. Для получения глубокого или тонкого детального рельефа используется блинтовое плоское и

конгревное тиснение. Сначала материал подвергается тиснению блинтовым штампом, а затем штампом для конгревного тиснения при втором проходе через машину.

Тиснение фольгой — самый распространенный способ полиграфического оформления. Выполняется нагретым плоскорельефным штампом, давящие элементы которого возвышаются над пробельными и лежат в одной плоскости. Существенным отличием этого способа является то, что в процессе тиснения между штампом и материалом помещается полиграфическая фольга, имеющая красочный слой, который нанесен на эластичную подложку и содержит адгезив. Красочный слой легко отделяется от подложки под действием горячего штампа и закрепляется на деформированной поверхности материала с помощью адгезива.

Холодное тиснение ненагретым штампом мало распространено. Оно может быть двух видов: бескрасочное тиснение с прессованием материала и тиснение фольгой без прессования.

Холодное тиснение первого вида выполняется обычно полимерными штампами на материалах малой плотности и толщины.

Холодное тиснение второго вида представляет процесс нанесения фольги на запечатываемый материал с помощью специальных полимеризирующихся лаков (клеев), чаще УФ-лаков или УФ-клеев, предварительно нанесенных на поверхность материала выборочным способом.

23.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ШТАМПОВ ДЛЯ ТИСНЕНИЯ И ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. МАТЕРИАЛЫ ШТАМПОВ

Процесс тиснения заключается в давлении нагретого или ненагретого штампа на материал. Оно выполняется при помощи металлического (латунного, стального, цинкового) или полимерного штампа. Штампы служат для воспроизведения текста или изображения в рельефе. Они позволяют делать многократные копии.

Классификация штампов [9]

1. По назначению: для блинтового плоского тиснения, для рельефного тиснения, для конгревного тиснения, для гофрирования, для гренирования, для текстурирования.

2. По виду инструмента (штампа): плоский, ротационный.

3. По виду материала: стальной, медный, латунный, магниевый, цинковый, пластмассовый, фотополимерный.

4. По оригинальности: оригинальный, дубликат.

Требования к геометрии штампа. Штампы для блинтового тиснения и тиснения фольгой имеют вид монолитной формы высокой печати с глубокими (1,5–2 мм) пробельными элементами. Толщина штампов — 4–8 мм. В одном комплекте все штампы должны иметь одинаковую толщину.

К параметрам рельефа штампа могут предъявляться следующие требования:

1) разность по высоте между двумя рельефами не должна быть слишком большой, чтобы избежать изнашивания картона;

2) высота рельефа не должна превышать двойную толщину картона;

3) малые детали изображения не устанавливают слишком близко друг к другу, иначе не будет оставаться достаточно места для правильного формообразования на картоне;

4) элементы изображения должны быть разнесены более широко, чем для печати, чтобы гарантировать получение достаточной глубины рельефа;

5) линии малой ширины и детали изображения также не должны быть слишком глубокими. Глубина линии должна быть равна толщине (до 0,35 мм);

6) чем меньше угол рельефа, тем ниже вероятность образования разрывов (задиранья, износа) картона. Однако угол не должен быть слишком мал, поскольку он влияет на отделение фольги.

Максимальная глубина (высота), получаемая при рельефном тиснении, — 0,6 мм. Очень острых угловых рельефов избегают, поскольку они часто содержат области, в которых фольга подвергается сдвигу и резке. Для текстурного тиснения высота рельефа составляет 0,07–0,1 мм.

Штампы на каждый элемент или группу графических элементов, которые тиснятся совместно и имеют небольшую площадь, должны быть цельными. При большой площади тиснения необходимо иметь отдельные клише, что обеспечит более точную приводку в случае неравномерной усадки запечатанного материала. Однако большое количество клише удлиняет время приладки. Рабочая поверхность штампа должна быть отполирована.

Использование цинковых клише ограничено. Этот металл относится к категории тяжелых, опасных для здоровья человека. Являясь сравнительно мягким металлом, цинк, как правило, выдерживает при

тиснении до нескольких десятков тысяч оттисков. Первыми растискиваются тонкие линии, становясь шире, затем они становятся «рваными» и пропадают вообще. Разрешающая способность до 0,01 мм. Кроме того, случается подача двойного листа, что является критическим для мягкого цинка — клише при этом деформируется.

К отрицательным моментам следует отнести и небольшую толщину цинковых клише (1,5–2 мм). Основным достоинством цинковых клише является их относительная дешевизна. Используют их, главным образом, для плоского тиснения фольгой и для блинтового тиснения на ручных прессах.

Наиболее технологичным материалом для изготовления клише для малых и средних тиражей (порядка 50 000 оттисков) является магний. Магний — легкий, среднетвердый, легко обрабатываемый малотоксичный материал. Разрешающая способность до 0,01 мм. Утилизация отходов травления магния обходится существенно дешевле утилизации травления цинка. Позволяет изготавливать тонкие магниевые клише толщиной 1,7 мм. Такие клише подходят для работы на всех плоскочечатных автоматических прессах, а также для тиснения на мягких материалах, вплоть до толстой кожи. Магниевые клише пригодны в основном для плоского и блинтового тиснения.

Твердость латуни является одним из факторов, определяющих ее выбор в качестве материала для конгревных клише. Ее тиражестойкость — несколько сотен тысяч оттисков. Поскольку латунь является сплавом металлов, то она весьма ограниченно поддается травлению. Этот факт определяет основной способ обработки латуни — гравировку. Хорошая гравировальная латунь содержит 60% меди и кроме олова имеет добавки свинца для уменьшения вязкости. Гравировка существенно дороже травления, поэтому латунь, как правило, используется исключительно для изготовления клише для многоуровневого конгревного тиснения.

Медные клише наиболее тиражестойки (порядка 700 тыс. оттисков без растискивания тонких линий), разрешающая способность до 0,001 мм, медь является отличным проводником тепла и обладает большой теплоемкостью (по сравнению с цинком, магнием, латунью), что позволяет уверенно работать на скоростях до 10 тыс. оттисков в час. Медные клише применяются для всех видов тиснения.

Сталь имеет достаточно высокую твердость. Изготовленные из нее штампы используются для печатания больших тиражей в полиграфической промышленности. Могут выдержать износ, производимый вторичной бумагой.

23.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ФОЛЬГИ ДЛЯ ТИСНЕНИЯ. СОСТАВ ФОЛЬГИ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ТИСНЕНИЯ. ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ И ДИФРАКЦИОННАЯ ФОЛЬГА

Классификация фольги для тиснения [9]

1. По назначению: для блинтового (плоского), рельефного; конгревного тиснения, гофрирования, гренирования, текстурирования, комбинированного тиснения.

2. По характеру слоя, формирующего и несущего изображение: металлизированная, цветная, глянцевая, матовая, голографическая, дифракционная, магнитная, голографическая магнитная; фольга для подписи, стираемая фольга.

3. По виду инструмента (штампа): для тиснения плоским штампом, ротационным штампом.

4. По виду используемого оборудования: для тиснения на тигельных прессах, плоскопечатных прессах, ротационных прессах.

5. По виду материала: для тиснения по бумаге, по картону, по пластику, по ткани, на коже, на запечатанных поверхностях, на лакированных поверхностях, на поверхностях, ламинированных пленкой.

6. По виду изделия: для тиснения на обрезах книжного блока; на переплетных крышках, на обложках, на открытках, на этикетках, на пластиковых карточках, на упаковках, на канцелярских изделиях, для тиснения кредитных карточек, бумажных билетов, лотерейных билетов, банковских документов, оптических защитных элементов.

7. По характеру работы: для штриховых, плашечных, работ смешанного типа.

8. По режиму проведения процесса тиснения: для различного диапазона температур, различного давления тиснения, различной скорости тиснения.

9. По способу переноса на материал: для горячего тиснения, холодного тиснения (припрессовки).

Фольга для горячего тиснения представляет собой сложный многослойный продукт, в котором качество каждого отдельного слоя определяет качество продукта в целом. В зависимости от своего назначения число слоев может быть различным (обычно не более шести). Как правило, фольга состоит из несущей полиэфирной пленки-основы, разделительного, лакового, металлического и адгезионного слоев.

Полиэфирная пленка – это прозрачная пленка, которая выполняет функции основы-подложки фольги. Она имеет толщину 12 мкм, хотя некоторые виды фольги для тиснения могут включать полиэфирную

пленку толщиной 19 мкм. На голографических фольгах полиэфирная пленка также имеет толщину 19 мкм.

Качественный полиэфирный носитель должен соответствовать всем физическим требованиям: прочность на разрыв, эластичность, термостойкость, отсутствие статики, устойчивость к растворителям и влажности, гладкость и т. д. Носитель должен быть безопасен для окружающей среды.

Задача разделительного слоя заключается в том, чтобы под воздействием температуры и давления отделить полиэфирный носитель от других слоев и перенести их на соответствующий материал. Слой состоит из натурального или синтетического воска и является чрезвычайно тонким: около 0,01 мкм.

Температура плавления слоя обеспечивается достаточной для полного перехода изображения на запечатываемый материал, оттиск должен быть четким (температура плавления — 60–70°C). Промежуточный слой не должен осыпаться с основы-носителя. В обычных условиях он имеет адгезию к наносимому на него красочному слою и теряет ее в процессе тиснения.

Некоторые виды фольги отделяются с большой легкостью, другие — с меньшей. Поэтому легкоотделяемая фольга рекомендуется для плоскочечатных машин и (или) для тиснения сплошных участков. Трудноотделяемая фольга (сухая фольга) позволяет оттиснуть очень мелкие тексты. Наконец, умеренно легкоотделяемая фольга может использоваться для работ, комбинирующих мелкие детали со сплошными участками среднего размера, на плоскочечатных и тигельных печатных машинах.

Лаковый слой выполняет следующие функции: придает цвет фольге, предохраняет от истирания, сцарапывания, выцветания, повышает температуростойкость и т. д., влияет на такие качества тиснения, как чистота, высокий глянец, укрывистость оттиска, что очень важно и при плоском, и при рельефном тиснении.

Лаковый слой содержит пигменты, которые окрашивают фольгу и охраняют слои, расположенные ниже его на картоне. Этот слой должен быть жестким, поскольку он становится наружным, как только будет наложен на лист. Он должен быть теплостойким, чтобы не пригореть или не изменить цвет при нагревании. Свойства лакового слоя в значительной степени зависят от его композиции (состава).

Металлический слой придает фольге непрозрачность и отражающие свойства. В большинстве случаев используется алюминий. Подобно разделительному слою этот слой чрезвычайно тонкий: около 0,01–0,025 мкм. Чтобы добиться высокоглянцевого зеркального эффекта, металлический слой не должен окисляться.

Основной задачей клеевого адгезионного слоя является обеспечение хорошего закрепления всех слоев фольги на поверхности материала. Чтобы этого добиться, необходимо активировать клеевой слой давлением и температурой. Слишком высокая температура повреждает клеевой слой, ухудшает качество тиснения и снижает глянец. Наоборот, при низкой температуре слои фольги плохо закрепляются на материале.

При тиснении на бумаге и картоне клей должен содержать полимеры, совместимые с целлюлозой, а при тиснении на полипропилене — полимеры, совместимые с полипропиленом. Цель состоит в подборе подобных веществ таким образом, чтобы создать сильную связь между клеем и исходным материалом.

Фольга для холодного тиснения отличается по составу от фольги для горячего тиснения отсутствием адгезионного слоя, а также характеризуется более легким отделением отработанной основы.

Голографическая фольга имеет дополнительный специальный слой, который располагается между защитным лаковым и металлическим слоями. Толщина специального слоя 50–500 мкм.

Голографическая фольга содержит объемные изображения, формирующие декоративные рисунки. Однако ее назначение заключается в обеспечении защиты, поскольку голограммы очень трудны для копирования, что делает их символом подлинности.

Сегодня наиболее популярными являются несколько основных типов голограмм [9].

1. 3D-голограммы — трехмерные голограммы, передающие трехмерный эффект и глубину реальной модели и представляющие объемные изображения. Для создания этого типа голограмм всегда используется модель в масштабе 1:1. Под сильным направленным лучом света создается оптический эффект.

2. 2D-голограммы — двумерные голограммы, базирующиеся на двумерной графике, которая содержит всю информацию в одной плоскости. Голограммы данного типа отличаются бриллиантовым блеском и не требуют сильного источника света. Они формируются в одной плоскости и не имеют трехмерной глубины.

3. 2D/3D-голограммы формируются накладыванием двух двумерных плоскостей в голографической области. Детали на задней плоскости менее различимы. 2D/3D-голограммы базируются на двух или трех наборах двумерной графики.

Дифракционную фольгу изготавливают, используя голографические технологии; ее поверхность содержит множество малых геометрических форм. Каждая фрагментированная поверхность выступает

(появляется) при повороте, поскольку изображение при этом наклонено и отражает свет в цветах спектра.

Мультиплексные голограммы содержат два (или более) изображения, каждое из них имеет определенный угол обзора. Одно изображение видно при просмотре с одного угла, а другое изображение появляется, когда угол наблюдения изменен, при этом его видно вместо первого или поверх первого.

Цифровые голограммы (Digital Image) — созданное на компьютере изображение, которое базируется на одном уровне и разрешается в форме растровых точек. Этот тип голограмм позволяет передавать специфическую игру красок и эффект движения.

Гелиограммы базируются на линейной графике на одном уровне (в одной плоскости). Комбинация графических элементов с эффектом движения дает очень высокую выразительность.

23.4. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТИСНЕНИЯ ФОЛЬГОЙ

К основным показателям тиснения фольгой относятся [9]: косина, укрывистость оттиска, четкость тиснения фольгой, разрешающая способность, резкость тиснения, точность приводки многокрасочного тиснения, глубина тиснения, адгезия оттиска к запечатываемому материалу, прочность оттиска на отмарывание и истирание, светопрочность оттиска, коррозионная стойкость оттиска, стойкость оттиска к растворителям и химическим реактивам.

На качество тиснения оказывают влияние следующие факторы: отсутствие осыпания и отрыва фольги от запечатанного материала, термостойкость, отмарывание фольги, масса слоев, адгезия воскового слоя к пленке-основе, температура размягчения воскового слоя, температура поверхностного размягчения адгезионного слоя, температуропроводность слоев фольги.

Косина — это разность двух крайних размеров от верхней кромки до нижней линии элементов изображения. Оценивается визуально или при помощи металлической линейки с миллиметровыми делениями. Допуск составляет 1,5 мм на 100 мм длины изображения.

Укрывистость фольги характеризует степень запечатывания фольгой испытуемого материала под печатными элементами и отсутствие фольги в местах изображения. Обычно на практике оценивается визуально.

Четкость (резкость) тиснения — это отсутствие размытости, пилообразных выступов по краям изображения. При тиснении фольгой резкость ухудшается при чрезмерном давлении и температуре, когда выпуклости фактуры материала частично воспринимают форму фольги с боковых граней давящих элементов штампа. Контролируется данный показатель визуально.

Разрешающая способность — число линий на 1 см. Этот показатель рассматривается при научных исследованиях, регламентируется техническими условиями на полиграф фольгу, учитывается при изготовлении штампов и при выборе марки фольги, но при повседневном контроле на полиграфических предприятиях не оценивается.

Точность приводки многокрасочного тиснения оценивается сравнением с макетом, при необходимости контролируется металлической измерительной линейкой с ценой деления 1 мм.

Глубина тиснения является величиной абсолютно остаточной деформации материалов. При блинтовом тиснении служит важнейшим показателем качества, а при тиснении фольгой косвенно определяет резкость и разрешающую способность оттиска.

Адгезия оттиска фольги к запечатываемому материалу — способность слоя фольги прилипать к материалу. Эта способность оказывает влияние на прочность закрепления оттиска фольги или отдельных ее слоев.

Прочность оттиска на отмарывание характеризует сопротивление фольги переносу частиц красочного слоя на поверхность материала. Прочность оттиска на отмарывание регламентируется техническими условиями на фольгу, контролируется в лабораторных условиях, когда качество поступившей фольги не соответствует требованиям технических условий.

Прочность оттиска фольги на истирание характеризует прочность красочного слоя фольги при механическом воздействии на него. Прочность оттиска на истирание регламентируется, измеряется и контролируется так же, как и предыдущий показатель.

Светостойкость оттиска фольги характеризует способность изменения окраски оттиска фольги под действием облучения.

Коррозионная стойкость оттисков фольги — способность оттиска сопротивляться потускнению или изменению цвета фольги под действием влаги и атмосферного воздуха.

Стойкость оттиска фольги к растворителям характеризует способность сопротивления оттиска изменению его внешнего вида вследствие воздействия на него растворителей.

Стойкость оттиска фольги к химическим реактивам характеризует способность сопротивления оттиска изменению его внешнего вида вследствие воздействия на него масел, жиров, мазей, кислот, щелочей и т. п.

В процессе транспортировки фольги, заправки ее в пресс, наматывания на рулон или размотки с него возможно осыпание фольги, что является одним из ее недостатков, регламентируемых техническими условиями.

Легкость отрыва фольги от запечатываемого материала является другим технологическим показателем качества фольги, влияющим на производительность позолотных прессов. Этот показатель обычно оценивается визуально в процессе работы позолотных прессов и в настоящее время не имеет количественной характеристики. Однако он тесно связан с адгезией воскового слоя (способностью прилипания) фольги либо к основе, либо к красочному слою.

Четкость тиснения и разрешающая способность фольги определяются температурами размягчения слоев фольги, воскового и адгезионного. Они измеряются только при разработке слоев фольги и в технические условия не включаются. Однако для выяснения причин ухудшения качества тиснения измерение температуры размягчения воскового слоя и температуры поверхностного размягчения адгезионного слоя чрезвычайно важно.

Укрывистость фольги в значительной степени зависит от адгезии грунтового слоя к запечатываемой поверхности и массы слоев фольги. Поэтому масса слоя является нормируемым показателем качества фольги.

Колебания температуры штампа в позолотных прессах бывают значительными. При повышенных температурах металлизированный слой деформируется, оптические свойства полученного оттиска резко ухудшаются: теряется блеск, оттиск мутнеет или чернеет.

Отмарывание полотна фольги характеризует перенос частиц красочного слоя на поверхность материала и элементы лентопроводящей системы, а также на и их загрязнение.

Температуропроводность слоев фольги — это параметр, характеризующий способность проводить температуру во времени.

ФЛОКИРОВАНИЕ В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 24

В лекции рассматривается сущность, назначение и области применения операции флокирования. Изучаются виды флока, приводятся их характеристики. Рассматриваются этапы изготовления флока, а также технологии флокирования. Приводятся виды оборудования для флокирования. Рассматриваются вопросы, связанные с контролем качества материалов и готовой флокированной продукции.

24.1. ФЛОКИРОВАНИЕ: СУЩНОСТЬ, НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ. ФЛОК, ВИДЫ ФЛОКА. ЭТАПЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЛОКА

Флокирование — процесс нанесения текстильного волокна (флока, ворса) на материалы.

Способ флокирования является общим и выглядит следующим образом: на подложку наносится слой клея, после чего она помещается в электростатическое поле, в котором флок начинает движение и внедряется вертикально в клеевой слой. После сушки и чистки изделие готово к использованию. Флокировать можно металл, дерево, керамику, текстиль, бумагу, пластик [9].

Флок (ворс) — группа коротко нарезанных волокон определенной, заданной длины. Волокна для изготовления флока могут быть различны по своей природе. Для электрофлокирования наиболее распространены полиамидные, вязкозные, полиэфирные, акриловые и ацетатные волокна.

Полиамидный флок производится из полиамида. Полиамидный ворсовый покров обладает привлекательным внешним видом и хорошим упругим восстановлением после снятия нагрузок. Обладает высокой износостойкостью. Наиболее применяемая длина — 0,3–2 мм. Флокированное покрытие из полиамида выдерживает температуру до 150°C, не меняя своих линейных размеров и фактуры. Благодаря этому качеству, способом термического тиснения получают рельефные эффекты на флок-поверхности. Температура тиснения полиамида — 180°C.

Полиэфирный ворс сходен по своим параметрам с полиамидным. Основным его отличием является гидрофобность полиэфирных волокон, что усложняет процесс электростатической обработки. К тому же он обладает хорошей стойкостью к истиранию и особенно высокой устойчивостью к воздействию влаги и УФ-лучам. Но эти волокна сложно окрашивать, и это ограничивает цветовое многообразие. Длина флока — 0,5 и 1 мм. Температура термического тиснения полиэфира 150°C.

Вискозный флок имеет длину 0,3–4 мм, хорошо окрашивается, физико-химическая обработка проста, но для ворса характерна сминаемость под действием нагрузок. Применяется для производства упаковки.

Флок, изготовленный из хлопка, бывает только молотым. Он обладает очень низкой износостойкостью, а поверхность очень похожа на искусственную замшу. Преимуществами являются: низкая цена и высокая гидрофильность. Применяется при изготовлении недорогой упаковки.

Ацетатный флок по сравнению с вискозным менее износоустойчив и сминаем, но сравнительно термостоек и термопластичен.

Различают флок молотый и резаный. Флок молотый получают в результате помола волокон (вискоза, полиамид, полиэфир, хлопок) в специальных мельницах, затем его красят и обрабатывают. Ворсинки получаются неоднородными по длине, и после флокирования поверхность становится похожей на замшу. Молотый флок часто используют при производстве недорогой упаковки. В качестве сырья для производства молотого флока, как правило, выступают отходы текстильных нитей или резаного флока.

Флок резаный — равномерно разрезанная, окрашенная и специально обработанная моноплетка. Материал моноплетки — вискоза, полиамид, полиэфир, хлопок и др.

Флок может быть окрашен практически в любой цвет. Технология и качество изделий, получаемых по методу электрофлокирования, существенно зависят от равномерности ворса по длине, соотношения длины и толщины ворса, прямолинейности и формы среза ворсинок. Ворс в электростатическое поле в большинстве известных способов вводят через сита. Размеры ячеек подбирают в соответствии со средней длиной применяемого ворса. При большом отклонении длины отдельных ворсинок от средней создаются условия для их неравномерного прохождения. Сначала проходят наиболее короткие ворсинки, а длинные скапливаются на поверхности сита. В результате получается неравномерное и неплотное ворсовое покрытие с нетоварным внешним видом.

Для получения высококачественных электрофлокированных материалов необходимо, чтобы ворс имел минимальное отклонение от заданной длины. При разбросе волокон по длине создается неровная и неплотная ворсовая поверхность с дефектами (например, «кратерами»), в большинстве случаев не соответствующая требованиям, предъявляемым к изделиям. Одной из причин образования «кратеров» на поверхности является создание более сильного электрического поля вокруг длинных волокон, имеющих большой заряд. Последний отклоняет расположенные вокруг них короткие волокна от вертикального положения.

Соотношение длины и толщины отдельных ворсинок влияет на жесткость при изгибе. Длину и толщину ворса выбирают в зависимости от производимого материала. Если увеличить толщину ворса, сохранив неизменной длину, или уменьшить длину, сохранив толщину, получаются поверхности, более стойкие к истиранию, а материал приобретает более жесткий, щетинистый вид.

На внешний вид флокированной поверхности влияют два параметра: глянец (блеск) и тип волокна. Флок может быть глянцевым, полуматовым, матовым и глубоко матовым.

Неравномерность визуального восприятия цвета и блеска флока в зависимости от угла зрения или угла освещения к флокированной поверхности называется шанжированием. Чем более глянцевый флок, тем сильнее эффект шанжирования. Кроме того, определенную роль, в возникновении этого эффекта играет разница в цвете волокна на срезе и на продольной стороне.

Эффект шанжирования — явление скорее отрицательное. Например, при флокировании больших площадей (рулонные материалы) глянцевый флок подчеркивает даже самый минимальный брак, в то время как матовый скрывает неравномерности покрытия. Матовый флок лучше заряжается благодаря химическим реагентам, которыми обрабатывается ворс для получения матового эффекта.

Глянцевый флок не рекомендуется для флокирования пластмассовых деталей. На пластмассе эффект шанжирования создает впечатление, что покрытие неравномерное. Для минимизации этого эффекта применяется не только матовый, но и «гнутой» флок. Каждая ворсинка в таком виде флока имеет перегиб. Благодаря этому при любом угле зрения или освещения наблюдатель видит одинаковую поверхность как по блеску, так и по глянту. Массовое использование «гнутого» флока ограничивает его дороговизна и сложность в использовании.

Производство флока состоит из 3 циклов [9]:

– резка или размол мононити;

- покраска;
- обработка или активация специальным составом.

Резка или размол имеют два варианта проведения:

- 1) точная нарезка параллельно уложенных пучков волокон — получаем резаный флок;
- 2) размельчение исходного сырья разной длины и толщины — получаем молотый флок.

Резаный флок считается качественным, если ворсинки прямые, одинаковой длины и не сплавлены друг с другом концами.

Молотый флок можно производить из остатков волокна.

Цвет флока является ключевой характеристикой, особенно для видимых поверхностей деталей. Флок окрашивается в разные цвета. Окрашенный флок обладает следующими характеристиками: светостойкость, цветостойкость; стойкость к моющим средствам, стойкость к прочим внешним воздействиям (трение).

Существует два способа покраски флока:

- 1) окраска волокна после порезки жгута;
- 2) окраска полиамида-сырца в массе перед производством жгута.

Самыми высокими показателями светостойкости обладает черный флок, окрашенный в массе. В данном случае используется газовая сажка, которая не меняет цвет при воздействии света. Для получения других цветов используются менее стабильные пигменты. Поэтому флок, окрашенный в волокне, обладает лучшей светостойкостью. Кроме того, чем темнее цвет флока, тем выше светостойкость. В темных цветах красящих веществ количественно больше, чем в светлых.

Без предварительной обработки или активации специальным составом волокна не могут быть использованы для получения качественных материалов. Причина этого состоит в сильном поверхностном взаимодействии между ними, что приводит к слипанию и образованию комков. Кроме того, волокна являются хорошими изоляторами и мало восприимчивы к действию электрического поля: они слабо поляризуются, а значит, плохо ориентируются вдоль силовых линий поля, приобретают незначительный электрический заряд, вследствие чего медленно перемещаются по направлению к поверхности флокируемого материала, покрытого клеем. Для хорошего флокирования ворсу придают определенную электропроводность путем обработки его электролитом (реактивом из солей) и поверхностно-активным веществом и танином.

Понижение электропроводности ворса ухудшает перезарядку волокон, уменьшает плотность флокирования и образует замыкающие цепочки из волокон между электродами. Внешне флок выглядит не как отдельные волокна, а как нити.

Химическая подготовка ворса включает обработку (активацию) ворса, сушку и просев. Цепями активации являются:

- 1) сообщить флоку определенную электропроводность по всей длине ворсинки;
- 2) обеспечить создание диполя на ворсинке;
- 3) придать сыпучесть флоку, чтобы он разделялся в системе подачи ворса и в дозирующем устройстве;
- 4) обеспечить оптимальную смачиваемость флока.

Соли в абсолютно сухом состоянии ток не проводят. Только в водном растворе они обретают проводимость. По этой причине проводимость флока повышается при повышении относительной влажности воздуха. Поэтому флокировать необходимо в диапазоне влажности, в котором проводимость уже достаточна, а сыпучесть еще сохраняется.

24.2. ТЕХНОЛОГИЯ ФЛОКИРОВАНИЯ. КЛЕЙ ДЛЯ ФЛОКИРОВАНИЯ

Рассмотрим последовательность технологических операций, выполняемых при производстве электрофлокированных материалов [9].

Прежде всего то изделие, на котором требуется создать ворсовую поверхность, подготавливается к процессу электрофлокирования. Для устранения неровностей или предотвращения проникновения клея в поры материала его поверхность предварительно грунтуют (применяется к таким материалам, как дерево, ДСП, фанера, гипс и т. д.) Если поверхность гладкая и без пор, то грунт наносить не надо. После этого на подготовленную поверхность основы наносится заранее приготовленный клей сплошной плашкой или по форме узора. Затем на неотвержденную поверхность клея наносят волокна с использованием сил электрического поля, которые образуют на ней ворс. Заряженный электростатическим полем флок летит и впивается в клеевую основу перпендикулярно поверхности. Флокирование важно начинать не позднее 3–4 мин после нанесения клея, иначе на поверхности образуется пленка из клея с измененным поверхностным натяжением, из-за чего флоку труднее прилипнуть.

В процессе последующей сушки клей отверждается. В результате чего ворс закрепляется на основе. После формирования ворсового покрова незакрепившиеся в клее волокна удаляются пылесосом (поставленным на выдув), а материал высушивается в естественных условиях или принудительно в сушилке. На практике ворсовое покрытие можно нанести на поверхности различной формы (плоские, объемные, рель-

ефные) и химической природы (металл, стекло, ткань, дерево, пластмасса и др.). Флокированные поверхности подвержены таким видам отделки, как печать и тиснение.

Существуют три термотрансферные технологии флокирования:

- 1) трансфер флока с бумаги;
- 2) пленочный трансфер;
- 3) сублимационное трансферное флокирование, дающее полноцветное бархатное изображение.

Трансфер флока с бумаги осуществляется следующим образом. На изделии шелкографией печатается специальная клеевая система (возможно с добавлением термopорошка). Далее берется флокированная бумага для трансферов, кладется флоковой стороной на заранее подсушенный клей и отправляется под термопресс. После удаления бумаги получаем флоковое изображение, прочно зафиксированное на ткани.

Преимущества данной технологии:

- 1) не требуется чистка изделия;
- 2) не требуется выборка лишнего материала, как в технологии с пленками;
- 3) «бумажный» флок короткий (0,33 мм), поэтому, взяв белый флок, можем прокрасить его в любой нужный цвет или напечатать рисунок;
- 4) можно проработать флором очень тонкие линии до 0,5 мм, что не может дать прямое флокирование или «пленочный» трансфер.

Недостатки этой технологии флокирования:

- 1) при несоблюдении технологических процессов нет гарантии в прочности покрытия;
- 2) флок жестковат на ощупь.

Флок-трансфер с пленки. Трансферный флок представляет собой ворс высотой 0,5 мм, уже заваренный в плавкий клей и покрытый защитной пленкой с другой стороны. Поставляется в рулонах.

Процесс нанесения включает раскройку материала на режущем плоттере, выборку ненужных элементов и печать на термопрессе.

Преимущества данной технологии:

- 1) не требуется чистка;
- 2) можно легко сделать многоцветную аппликацию с совмещением цветов или слой на слой;
- 3) низкая стоимость на маленьких тиражах;
- 4) возможность недорогого нанесения разных рисунков или надписей на каждое изделие;
- 5) устойчивость к стирке;
- 6) по сравнению с прямым флокированием и «бумажным» трансфером получаем четкие границы рисунка;

7) возможна печать на флоке сольвентными чернилами растрового изображения с последующей приваркой на текстиль.

Недостатки технологии:

1) при сложном рисунке выборка отнимает много времени;

2) увеличивается стоимость изделия;

3) если рисунок занимает большую сплошную площадь, чувствуется некоторая жесткость клеевой системы, особенно на тонких тканях.

Технология оправдывает себя на малых и средних тиражах для получения бархатной картинки в несколько цветов.

Трансфлок для сублимации представляет собой белый короткий (0,33 мм) флок на пленочном носителе. Для получения полноцветного бархатного изображения последнее печатается сублимационными красками на бумаге, после чего при помощи термопресса переносится на флок.

Сублимационный перенос отличается колоссальной стойкостью, так как представляет собой процесс испарения краски с листа бумаги под действием высокой температуры и окрашивания волокон флора.

Далее готовый трансфер вырезается по контуру и на термопрессе приваривается к изделию.

Плюсы технологии: полноцветное, очень стойкое бархатное изображение тиражом от 1 экземпляра.

Минусы: технология дорогая и требует временных затрат. Идеально для единичных полноцветных заказов и малых тиражей.

В зависимости от назначения флокируемого изделия важно правильно подобрать клей. Обычно для деревянных, металлических, пластмассовых изделий используют пентафталевые краски. Для пластмассы можно использовать водные акриловые клеи. Важно так подобрать вязкость клея, чтобы он при выбранном способе нанесения ложился ровным, тонким слоем, не скатывался с поверхности.

К клеям для флокирования предъявляются основные требования. Клей является важнейшей составной частью электрофлокированного материала, он не только определяет качество всего материала (его износостойкость, теплопроводность, поверхностную плотность и т. д.), но и влияет на технологию и оборудование электрофлокирования, определяет его производительность, стоимость, безвредность для обслуживающего персонала и окружающей среды.

Нормируемыми его параметрами являются электропроводность, открытое время, поверхностное натяжение, температура сушки, количество компонентов, растворитель, сухой остаток.

Электропроводность необходима для отвода электрических зарядов, неизбежно появляющихся на поверхности материала при электрофлокировании.

Значительная продолжительность жизни клея является важным технологическим параметром, позволяющим заготавливать необходимые запасы клея без ухудшения его свойств до момента использования.

Открытое время — это количество минут, необходимое для нанесения клея на всю поверхность изделия до его флокирования. Чем больше этот показатель, тем меньше вероятность получения непрокрашенных мест и, как следствие, более качественное нанесение флока без проплешин и следов.

В зависимости от назначения изделия и свойств клеевой композиции нанесение клея можно производить следующими способами [9]:

1) кистью или валиком. Избыток клея с валика или кисти необходимо снимать, используя для этого кювету, представляющую собой емкость для клея и площадку с ребристой поверхностью для скатывания избытка клея. Таким методом можно нанести клей под флок на любые сложные поверхности: в углубления и на выпуклые места с помощью кисти, а на плоские — валиком;

2) ракелем, состоящим из деревянной ручки с вставленным в нее полиуретановым полотном, — на изделия плоской конфигурации. Толщина и четкость отпечатка зависят от угла наклона ракеля. Большой наклон ракеля ($60\text{--}80^\circ$) к поверхности изделия обеспечивает меньшую толщину отпечатка и лучшую четкость, а меньший наклон (менее 45°) — большую толщину и меньшую четкость изображения;

3) методом погружения — применяется для нанесения клея на поверхность объемных изделий. Изделие погружают на определенную глубину и после извлечения выдерживают некоторое время для стекания клея;

4) с помощью пульверизатора. Клей наносится в специальной камере, снабженной вентилятором для отсоса паров растворителя;

5) с помощью сетчатого шаблона — сетки для трафаретных форм изготавливают из металлических, шелковых или синтетических нитей. Выбор материала обусловлен комплексом физико-механических свойств, необходимых в печати.

При выборе клея нужно учитывать возможность печати им с использованием сетчатого шаблона. Для нанесения клеевого рисунка необходимо, чтобы клей продавливался через шаблон и образовывал четкий отпечаток на основе, не растекаясь по ней, имея необходимую высоту для проникновения и закрепления в нем ворсинок.

Иногда клей окрашивают в цвет ворса, чтобы таким образом создать оптический эффект высокой плотности ворсового покрова, что особенно важно при печати на темных эластичных основах. Кроме то-

го, подкрашивание дает возможность визуально проконтролировать толщину нанесения клея и глубину проникновения в основу ворса.

24.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФЛОКИРОВАНИЯ. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Флок-производство может быть очень разнообразным — от применения в нем ручных флокаторов до автоматических линий с компьютерным управлением. Для малотиражного производства изделий произвольной формы используют мини-флокатор, который представляет собой настольную камеру — с ее помощью проводят флокирование объемных, фасонных изделий [9].

Для среднетиражного и массового производства применяют промышленные флок-машины в качестве комплектующей части в промышленных линиях. Вместимость камеры составляет примерно 6–8 кг флока. Подача его плавно регулируется изменением скорости вращения щетки. Для повышения производительности под машиной может быть установлен ленточный конвейер.

Все линии для флокирования на рулонных материалах состоят приблизительно из одинаковых компонентов: размоточная машина, накопитель, клеенаносящая машина, флокатор, устройство предварительной очистки, сушилка, охлаждающая машина; устройство заключительной чистки, накопитель, устройство для объединения в партии.

На современных линиях транспортеры оборудованы программируемым электронным контролем. Современная скорость выпуска на линиях не превышает 30 м/мин. Линии, на которых скорость выпуска составляет 10–15 м/мин, оборудованы устройствами, не только измеряющими толщину слоя адгезива, вес флока, но и регулирующими эти параметры.

При выборе оборудования для флокирования руководствуются формой изделия и объемами производства. При флокировании изделий не очень сложной формы в малом количестве вполне достаточно мини-флокатора. Для изделий сложной формы, имеющих вогнутые поверхности, используют флокатор с дополнительной подачей флока воздухом в зону флокирования (пневмофлокатор). При флокировании изделий простой формы и в большом количестве используют стационарные флок-машины.

При малотиражном производстве изделий произвольной формы используют следующую технологию и оборудование:

1) нанесение кистью или валиками клея на основе растворителей с большим открытым временем;

- 2) флокирование мини-флокатором;
- 3) сушка при комнатной температуре в течение 24 ч.

При среднетиражном производстве (например, флокирование бутылок):

- 1) помимо кисти и тампона следует рассмотреть и метод погружения. В этом случае можно использовать водно-дисперсионный клей с открытым временем 3–5 мин;
- 2) для флокирования применяется мини-флокатор или камера объемного флокирования;
- 3) сушка производится при комнатной температуре или в сушильном шкафу.

При массовом производстве (например, коробочки для ювелирных изделий):

- 1) предпочтительно распыление водно-дисперсионного клея;
- 2) для флокирования применяется стационарная флок-машина;
- 3) для сушки используется проходная печь.

Для контроля качества материалов и флокирования используются следующие приборы:

1) для измерения летучести флока. В модель дозатора засыпается ровно 2 г флока. Флок протирается через сетку на тарелочку и помещается на заземленную пластину вниз. После того как камера с флоком закрывается крышками из оргстекла и металла, на верхний электрод подается высокое напряжение. Флок летает между двумя полями. Время, за которое он покинет нижнюю заземленную металлическую пластину, должно быть как можно короче. Предельно допустимый показатель — 20 с при 40 кВ;

2) для измерения сыпучести флока. В прибор для проверки сыпучести помещается 20 г флока. Флок, оставшийся в сетевом барабане после 60 оборотов не должен превышать разрешенную максимальную массу 0,3 г. В нем также не должно быть скомкавшихся ворсинок и ворсинок, превышающих длину;

3) для оптического анализа флока. Во флоке не должно быть гнутых ворсинок и инородных тел;

4) для измерения качества адгезии. Испытывают качество адгезии флокированной поверхности при помощи теста на разрыв. Через маленькую алюминиевую форму со специальным крепежом на флокированную поверхность заливают очень сильный клей-расплав. После застывания клея измеряется сила разрыва.

Качество флокируемых изделий проверяется визуально. Слой флока должен быть сплошным, без «проплешин» и «вулканов».

БРОНЗИРОВАНИЕ И ТЕРМОГРАФИЯ В УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 25

В лекции рассматривается назначение операции бронзирования, а также основные материалы для выполнения данной операции. Изучается технология ручного и машинного бронзирования, а также технология термографии, используемое оборудование и материалы.

25.1. ТЕХНОЛОГИЯ БРОНЗИРОВАНИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БРОНЗИРОВАНИЯ

Бронзированием называют нанесение бронзовой или алюминиевой тонкодисперсной пудры на свежотпечатанный оттиск [9].

Сам процесс бронзирования заключается в нанесении бронзировавшего порошка на оттиск, запечатанный специальной клеевой «грунтовкой».

По сравнению с печатью металлизированными красками бронзирование обеспечивает более яркий блеск оттиска за счет того, что частицы порошка располагаются на поверхности краски, а также благодаря возможности использования пигментов с большим размером частиц. Бронзирование позволяет придать продукции блеск, глубокую насыщенность цвета. Яркий переливающийся эффект оттиска возникает за счет большего размера частиц бронзировавшего порошка (около 12–14 мкм), тогда как в металлизированных офсетных красках он значительно меньше (3–5 мкм).

В настоящее время существует более 20 золотых оттенков оттисков от светло-желтого до ярко-красного, а также оттенков с эффектом голограммы. Оттиски, отпечатанные с использованием технологии бронзирования, сохраняют свой блеск и яркость при длительном хранении.

Секция для бронзирования может быть совместима с любой печатной машиной. С экономической точки зрения процесс является бо-

лее выгодным по сравнению с горячим тиснением фольгой и печатью металлизированными красками.

Основные преимущества бронзирования:

- 1) по сравнению с тиснением фольгой затраты могут быть снижены до двух раз;
- 2) неограниченные возможности дизайна с использованием;
- 3) придание оттиску яркого металлического блеска;
- 4) широкая гамма цветов.

В бронзировающей машине на запечатанный грунтовой краской оттиск специальным аппаратом из бункера подается металлический порошок, который затем втирается в грунт при помощи щеток. Излишки порошка удаляются с оттиска, фильтруются и затем используются вторично. Подача порошка из емкости, а также отвод излишков с оттиска осуществляется полностью автоматически мощными вакуумными насосами. Для того чтобы защитить металлический порошок от окисления и предотвратить его истирание, бронзированные оттиски рекомендуется покрывать лаком.

Существует два способа бронзирования:

- 1) обработка оттисков, на которые предварительно нанесена специальная краска, бронзовым или алюминиевым порошком. Порошок может наноситься на оттиски вручную или с использованием специальных бронзировающих машин;

- 2) печатание специальной бронзовой или алюминиевой краской. Можно использовать все способы печати — высокую, офсетную и глубокую.

Наиболее сложна печать бронзовыми красками на офсетных машинах. Эти краски имеют повышенную эмульгирующую способность по отношению к увлажняющему раствору, применяемому при офсетной печати, поэтому отпечаток бронзовой краски на оттиске получается с меньшим блеском.

Для бронзирования используют специальные материалы [9].

1. Бумага для печати с последующим бронзированием. Бронзированием можно отделять оттиски, отпечатанные на клееной каландрированной и высококаландрированной бумаге с поверхностной плотностью от 80 до 200 г/м² с проклейкой 1,5 ± 0,25 мм и гладкостью не менее 100 с. Бумага машинной гладкости для этого вида отделки непригодна, так как пудру невозможно полностью удалить с пробельных элементов шероховатой бумаги. Также бумага должна иметь достаточную поверхностную прочность волокна. При недостаточной поверхностной прочности волокна будет наблюдаться выщипывание волокон

бумаги, обуславливающее брак продукции. Бронзирование выполняют последним прогоном, когда красочная пленка основного изображения прочно закрепилась и не воспринимает металлическую пудру.

2. Краска под бронзовую и алюминиевую пудру. Непосредственно перед бронзированием под золото и серебро получают оттиск краской соответствующего тона: при бронзировании под золото — желтого, под серебро — сине-серого. Краска должна быть вязкой, липкой. Толщина слоя краски должна быть минимальной, но достаточной для хорошего закрепления пудры, также быстросохнущей, для чего после получения подходящего тона в нее вводят крепкую полиграфическую олифу и сиккативную пасту — по 14,5% от общей массы. Тон краски подбирается соответственно цвету пудры, а именно: для бронзовой — желтый, для алюминиевой — сине-серый.

3. Бронзировавшая пудра представляет собой частицы пудры (тонко измельченная латунь или алюминий), подвергнутые специальной полировке. По внешнему виду частицы пудры представляют собой измельченный мажущийся порошок: бронзовый — желто-золотистого цвета, алюминиевый — серебристого цвета, без инородных примесей и твердых слипшихся комочков. Размеры тонких чешуеобразных частиц бронзовой пудры — 40–60 мкм, алюминиевой — 20–40 мкм.

Технология бронзирования включает следующие операции:

- 1) нанесение на участки оттиска, подлежащие бронзированию, специальной клейкой краски (грунта);
- 2) нанесение металлического порошка;
- 3) втирание порошка в краску;
- 4) удаление излишков порошка.

Ручное бронзирование. В мелкосерийном производстве и для испытания бронзовых и алюминиевых порошков бронзирование производят вручную, при этом краска под пудру наносится как обычно на печатной машине, а пудру наносят ватным тампоном без нажима легкими крестообразными движениями. Излишки пудры снимают чистым ватным тампоном после того, как краска с пудрой полностью закрепятся. Производится это обязательно под вытяжкой.

Машинное бронзирование. Первая операция выполняется на машине плоской офсетной или высокой печати, а все последующие — на бронзировавшем автомате, который можно агрегатировать с любой печатной машиной. Грунтовая краска может наноситься на сухой оттиск в листовых или рулонных печатных машинах, соединенных в линию с бронзировавшей машиной.

Технология машинного бронзирования включает следующие основные операции:

- 1) зарядка самонаклада офсетной машины печатными оттисками;
- 2) нанесение краски под бронзу на офсетной машине;
- 3) подача печатных оттисков листоподатчиком с офсетной машины в бронзироваальный агрегат;
- 4) нанесение бронзовой или алюминиевой пудры на печатный оттиск;
- 5) втирание бронзы с помощью растирочных щеток в краску;
- 6) предварительное удаление с печатных оттисков излишней пудры;
- 7) полировка пудры на оттиске растирочными щетками;
- 8) дальнейшая очистка печатных оттисков от излишней пудры и дополнительное полирование пудры бесконечными ремнями, покрытыми плюшем;
- 9) окончательное удаление с печатных оттисков излишней пудры как с лицевой, так и оборотной стороны плюшевыми валиками;
- 10) подача готовой бронзированной продукции на автоматический стапелеукладчик.

На процесс бронзирования оказывают влияние много различных факторов, таких как пригодность сырья, работа и состояние оборудования, технология производства.

Смешивать бронзовую пасту с разбавителем необходимо за несколько часов до начала работы в расчете на одну, максимально — две смены. При более длительном хранении бронза тускнеет, и в процессе печати увеличивается эмульгирование краской увлажняющего раствора. В отличие от бронзовой алюминиевая краска сохраняется более продолжительное время.

25.2. ТЕРМОГРАФИЯ. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕРМОГРАФИИ. ТЕХНОЛОГИЯ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ ТЕРМОГРАФИИ

Термография — это образование рельефа на оттиске за счет специального порошка, наносимого на невысохшую краску или лак, который прилипает и расплавляется на ней под действием температуры [9].

Суть процесса состоит в том, что свежий оттиск посыпается легкоплавким порошком, который прилипает к краске. С пробельных участков порошок удаляется стряхиванием, обдувом или тем и другим

одновременно. После этого лист подается в зону сильного нагрева, где порошок оплавляется и образует выпуклый глянцевый рельеф на рисунке. Печатный слой, полученный данным способом, имеет значительный рельеф и глянцевую поверхность, устойчив к воздействию влаги и жидких химических веществ.

Термография применяется для придания объема элементам изделия (товарные знаки, логотипы и т. п.), а также в изготовлении визитных карточек, фирменных бланков, приглашений, упаковки и др.

Недостатками термографии являются невозможность воспроизведения шрифтов менее 10 пт, линий, толщина которых меньше 0,5 мм, и плашек, а также воспроизведение исключительно одного цвета и только на бумаге. Термография позволяет получить рельеф подобно конгревному тиснению, но при этом не требуется изготовление штампа.

Термографический процесс состоит из следующих операций:

- 1) отпечатанная бумага поступает с печатной машины на конвейер;
- 2) термографический порошок рассыпается поверх всего листа, а конвейер одновременно продвигает свежотпечатанный лист;
- 3) термографический порошок прилипает к сырой краске;
- 4) лишний порошок убирается и сохраняется для повторного использования;
- 5) покрытый порошком лист проходит через печь.

Наиболее широко распространены прозрачные бесцветные порошки, но встречаются и золотые, серебряные, жемчужные. При использовании цветных порошков исходный оттенок «поднимаемого» изображения не имеет значения.

Для термоподъема чаще всего используются автономные машины с ручной подачей листов. Обработать на них офсетные оттиски нужно не позднее, чем через 10–20 мин после печати, иначе краска подсохнет и порошок ляжет неравномерно. Также обработке подлежит печатная продукция, полученная не только офсетным способом. Эффект объемности достигается и после высокой, трафаретной печати и даже при использовании ризографов.

Требования при выполнении операции термоподъема:

- 1) требования к предоставлению электронных макетов для термографии идентичны требованиям к офсетной печати;
- 2) использование растровых изображений и полутонов нежелательно, так как за маленькие растровые точки плохо и неравномерно цепляется порошок;
- 3) нежелательно использование больших заливок (плашек) и мелкого текста или тонких линий одновременно, так как большие плашки требуют применения порошка крупной зернистости;

4) дисперсность порошка подбирается на основании анализа макета;
5) нужно избегать точного совмещения термографического изображения с изображениями, отпечатанными другими технологиями, так как при печати и сушке тиража у бумаги немного меняются геометрические размеры, поэтому идеального совмещения добиться крайне трудно;

6) используя не более чем два цвета, стараются учитывать, что печать будет производиться в несколько прогонов, так как печатная машина двухкрасочная и совмещение между прогонами не идеальное из-за термообработки бумаги;

7) большая часть бумаг для офсетной печати подходит для термоподъема, но некоторые не могут выдержать нагрев до температуры таяния порошка (120–200°C), например, некоторые виды многослойной кальки свойлачиваются при таком нагреве;

8) на гладких бумагах и картонах термоподъем выглядит объемнее и заметнее, чем на тисненых картонах;

9) приемы термографии применимы как к глянцевым, так и к матовым бумагам. При работе с пленками, чувствительными к температурному воздействию, необходим тщательный подбор теплового режима воздействия.

С помощью термографии можно получить следующие специальные эффекты [9]:

1) металлизированный эффект. При печати используется порошок с металлизированными пигментами (золото или серебро), который придает оттиску блеск. Еще интереснее эффект получается, если переносить серебряный порошок не на серебряную; а на синюю краску;

2) перламутровый эффект. Рельефное изображение получается цвета заказанной краски, но с перламутровым отливом выбранного цвета (красный, синий, зеленый);

3) флуоресцентный эффект. Для получения этого эффекта применяют непрозрачный порошок с яркими флюор-цветами (ярко-белый, салатовый, оранжевый, пурпурный, ярко-синий);

4) светящийся эффект. Этот эффект получают, используя прозрачный порошок со светящимся эффектом. Краска на которую нанесен этот порошок, светится в темноте;

5) термоподъем с блестками. Глиттеры (мелкие блестки) смешиваются с порошком и наносятся на прозрачную или цветную краску. В итоге получается выпуклое искрящееся изображение.

Для термографии используются следующие материалы:

1) термографический порошок получают путем размола полимерных частиц с последующей очисткой. Далее порошок проходит

несколько узлов химической и других видов очистки для снижения статичности и придания необходимых свойств. Порошок, применяемый для термоподъема, отличается дисперсностью своих частиц. Как правило, мелкие порошки применяют для отделки мелких штрихов и тонких линий, а крупные используются для подъема больших площадей краски и толстых плашек, так как обеспечивают более высокий рельеф на больших пространствах;

2) цветные глиттеры. Это металлизированные частицы, размолотые до нужной дисперсности и добавляемые в прозрачный порошок для придания красивого блестящего эффекта печатной продукции.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ

Лекция 26

В лекции рассматриваются механические способы отделки листовой печатной продукции, а также принцип работы оборудования. Изучаются способы пакетной высечки продукции из стопы, а также особенности полистного штанцевания. Рассматривается технологический процесс одновременной высечки и холодного конгревного тиснения. Приводятся особенности выполнения операции перфорирования и биговки.

26.1. МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОТДЕЛКИ

Механическими способами отделки листовой печатной продукции называют все способы силового воздействия на полуфабрикаты с целью изменения фактуры и рельефа их поверхности, сопротивления изгибу, размеров и конфигурации, уменьшения прочности на разрыв.

Штанцевание — совокупность технологических операций, обеспечивающих придание упаковочной продукции необходимой формы, формирование конструктивных элементов упаковки. Качество выполнения штанцевания определяет точность геометрических размеров упаковки [9].

В процессе штанцевания могут выполняться следующие операции:

- 1) высечка развертки упаковки;
- 2) биговка линий сгибов на развертке упаковки;
- 3) перфорирование;
- 4) рицовка.

Высечка предназначена для придания упаковке требуемой формы в соответствии с ее конструкцией и замыслом художника. Высечка является обязательной операцией при изготовлении многих видов упаковок, картонной тары.

Для получения изделий сложной формы применяют 4 способа высечки:

- 1) ножевая резка возвратно-поступательным движущимся фигурным ножом;
- 2) ножевая резка неподвижным фигурным ножом;
- 3) ротационная высечка;
- 4) лазерная высечка.

Принцип ножевой резки с движущимся возвратно-поступательно фигурным ножом используется в тигельных прессах тяжелого типа. Высекальные прессы тяжелого типа позволяют обрабатывать листовые полуфабрикаты большого формата, различной толщины и жесткости; на прессах с программным управлением штамп после каждого цикла перемещается в новое положение, что позволяет на оттисках располагать несколько десятков одинаковых изображений малого формата. Данные аппараты универсальны, могут обрабатывать любую продукцию, но скорость их работы невелика, поэтому применяются преимущественно в производстве крупноформатной упаковки и тары.

Ножи для ножевой высечки на тигельных прессах изготавливаются из узкой (порядка 25 мм) полосовой высокоуглеродистой стали. Если высечка делается по периметру заготовки или изделия, то выполняется односторонняя заточка лезвия (одно- или двугранная) и нож изгибается по контуру рисунка фаской наружу, в сторону обрезков. При высечке отверстий («окон») лезвие затачивается также с одной стороны, но нож изгибается фаской внутрь, в сторону отсекаемой части заготовки или изделия. Если обе части объекта обработки являются деталями изделия (например, мозаичной головоломки), то заточку лезвия делают двусторонней, дву- или четырехгранной. После гибки концы ножа свариваются, а место сварки обтачивается и шлифуется. Готовый нож крепится в колодке из толстой многослойной фанеры, в которой заранее пропиливается фигурный паз по форме ножа.

При подготовке тигельного высекального пресса к работе на его нижней плите устанавливаются или приклеиваются упоры, обеспечивающие точное совмещение высечки с контуром изображения оттисков, и марзан, обеспечивающий полноту высечки и предотвращающий повреждение кромки лезвия ножа в процессе высечки. Высекальный нож с помощью фанерной колодки крепится к верхней плите пресса с учетом расположения оттиска и картонной заготовки упаковочного материала на его нижней плите. Чтобы обеспечить высокое качество продукции и долгосрочную эксплуатацию дорогого оборудования, высекальный нож следует располагать близ центра приложения силы.

Принцип ножевой высечки с неподвижным фигурным ножом используется в малогабаритных и простых по конструкции полуавтоматах, исполнительные механизмы которых (толкатель с гидравлическим приводом, сквозной фигурный нож, желоба укладки и приемки) располагаются под небольшим, порядка 15° , наклоном к горизонту. Сам принцип продавливания стопы заготовок через сквозной нож не позволяет делать ножи сложной конфигурации, поэтому он используется преимущественно в массовом производстве этикеток, карманных календарей и другой продукции прямоугольной формы с закругленными углами. Фигурные ножи изготавливают из более широкой (порядка 100 мм) полосовой стали, а для готовых ножей делаются специальные оправки или к ним привариваются детали, необходимые для надежного крепления к корпусу гидросистемы толкателя или приемного стола.

Простая конструкция прессов с неподвижным ножом требует малого времени на переналадку при смене заказа: необходимы лишь смена ножа и регулировка положения накладного стола и стенки по отношению к ближайшим кромкам лезвия ножа. Производительность высекальных прессов с неподвижным ножом довольно высока: полуавтомат за один цикл работы обрабатывает стопу высотой 10–12 см, т. е. несколько сотен экземпляров заготовок. К недостаткам этого принципа высечки можно отнести относительную сложность изготовления ножа из широкополосной стали, сравнительно сложную систему его крепления, малые размеры получаемых изделий.

Ротационный принцип высечки предполагает использование фигурного ножа, режущая кромка которого расположена на цилиндрической поверхности, и цилиндрической твердой опоры — марзана. Этот принцип требует очень высокой точности изготовления исполнительных инструментов, поэтому ножи делаются из высококачественной калиброванной стали с применением лазерного гравирования на прецизионном оборудовании. Цилиндрические ножи делаются из отрезков тонкостенной трубы или из листовой стали. В последнем случае ножи устанавливаются на цилиндрах, снабженных электромагнитной системой крепления. Ротационная высечка может выполняться на специальном оборудовании или в секциях рулонных машин специальных видов печати. Приводка высечки (совмещение контуров лезвия ножа и многоцветного оттиска) выполняется обычными средствами, используемыми в рулонных печатных машинах, — регистровыми валиками, изменяющими длину пути бумажного полотна от печатной секции до секции высечки, и осевым смещением рулона.

В зависимости от характера продукции высечка может быть по-листовой или пакетной.

Пакетная высечка применяется в производстве «сухих» этикеток. При пакетной высечке стопа заготовок под давлением плиты высекального пресса проталкивается через штамп. Для повышения точности высечки стопа может зажиматься между плитой пресса и специальным прижимающим устройством. Высекальные прессы для пакетной высечки могут оснащаться различным дополнительным оборудованием, позволяющим автоматизировать выполнение вспомогательных операций (подачу стоп высеченных этикеток и т. д.). Пакетная высечка характеризуется очень высокой производительностью.

Полистовая высечка применяется при производстве самоклеящихся этикеток и различных видов упаковки. Инструментами для по-листовой высечки служат плоские или ротационные ножи-штампы. Полистовая высечка производится на тигельных и ротационных прес-сах. Операционные автоматические тигельные прессы широко ис-пользуются при производстве картонной упаковки. Ротационные сек-ции высечки встраиваются в печатно-отделочные линии.

26.2. ПАКЕТНАЯ ВЫСЕЧКА ПРОДУКЦИИ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫСЕЧКИ ПРОДУКЦИИ ИЗ СТОПЫ

Пакетная высечка продукции из стопы предназначена для получе-ния наружных контуров в прямоугольно раскроенной стопе материалов.

Способы пакетной высечки [9]:

- высечка продукции с подачей материала на неподвижный штамп;
- высечка продукции из неподвижного материала подвижным штампом;
- полная высечка внешнего замкнутого контура;
- отделение углов;
- закругление углов;
- односторонняя обрезка;
- двусторонняя обрезка;
- трехсторонняя высечка;
- высечка с непрерывным проталкиванием материала через штамп;
- высечка с противодавлением;
- высечка с прижимом стопы подаваемого материала;

- высечка продукции из полосового материала, полученного предварительной разрезкой полноформатной стопы на полосы;
- высечка продукции из полноформатной стопы материала;
- высечка продукции из прямоугольных заготовок, полученных путем предварительной разрезки полноформатной стопы на полосы и полос на заготовки;
- высечка продукции из прямоугольных заготовок-двойников, полученных путем предварительной разрезки полноформатной стопы на полосы и полос на заготовки.

Высекальное устройство включает L-образный лоток подачи стопы прямоугольных заготовок материала; штамп, закрепленный в штамподержателе; прессующую плиту механизма давления с приводом от гидроцилиндра; разделительный нож; лоток вывода продукта.

Работа высекального устройства состоит в следующем. Стопа прямоугольных заготовок укладывается на почти горизонтальный лоток подачи между штампом и плитой пресса. Плита проталкивает материал через закрепленный штамп до лотка вывода. Разделительный нож прорезает обрезки и отделяет их от продукта.

Для увеличения срока службы штампа небольшая стопа заготовок в несколько миллиметров должна оставаться перед штампом и высекаться при следующем рабочем ходе плиты пресса. Рабочий ход плиты имеет индивидуальную регулировку.

Для данного способа высечки характерно небольшое количество отходов размером до 3 мм, что обеспечивает высокую экономичность производства. Данный способ высечки устраняет обработку уступами, образование заусениц. Непрерывный процесс высечки за большой рабочий ход прессующей плиты повышает производительность высекальной машины.

Большое удобство предоставляет двусторонний лоток подачи, выполненный в виде угольника, на который устанавливается стопа заготовок материала. Кроме двух лежащих внизу опорных плоскостей угольника другие опорные поверхности при высечке не нужны. При загрузке оператор не подвергается опасности, потому что штамп закрывается остатками заготовок. Для этой же цели рабочий ход плиты пресса включается только после того, как оператор закончит операцию подачи стопы заготовок на подающий лоток.

Данный способ высечки устраняет образование пробок из обрезков. Нарезанные кромки отходов удаляются под воздействием силы тяжести. Высекальное устройство имеет большую технологическую гибкость, заключающуюся в изготовлении этикеток от малого 10×10 мм до большого формата 330×380 мм. Машина использует только одно движение —

горизонтальный ход плиты пресса. Это гарантирует высокую точность высечки по сравнению с двухходовым принципом высечки. Минимальный допуск на высеченную продукцию (0,2 мм) обеспечивает выполнение дальнейшего технологического процесса без каких-либо проблем.

При высечке с противодавлением прямоугольные заготовки в стопе продавливаются плитой пресса с гидравлическим приводом через высекальный штамп. С задней стороны штампа на стопу воздействует матрица, находящаяся в высекальном штампе и нагруженная пневматическим противодавлением. Благодаря противодавлению материал выравнивается и спрессовывается, прежде чем более сильное гидравлическое давление преодолеет пневматическое сопротивление матрицы и протолкнет в спрессованном состоянии заготовки через штамп.

В результате получается высокоточная высечка, которая не достигается при проталкивании без противодавления.

После рабочего хода высечки цилиндр механизма противодавления сталкивает высеченный материал назад в лоток подачи, из которого он вынимается. При этом производительность снижается примерно наполовину.

Несмотря на невысокую производительность, высечка с противодавлением находит применение при изготовлении крупноформатных этикеток, которые по причине недостаточной жесткости материала могут выпадать перед высекальным штампом, а также при высечке продукции из синтетических пленок.

При определенных форматах и материалах в процессе высечки с прижимом стопы заготовок на лотке подачи может происходить выдавливание вверх еще не высеченной стопы. Печатное изображение и линии высечки в одной стопе тогда не будут соответствовать друг другу. Этот эффект находится в зависимости от высоты стопы заготовок и может возникать при обработке следующих заготовок:

1) длинных и одновременно узких форматов (горловое кольцо, бандероли для стеклянной упаковки и коробок);

2) заготовок, которые не лежат ровно перед высекальным штампом, например, из-за одностороннего наложения краски, перфорации, тиснения;

3) заготовок в виде сфальцованной и сшитой продукции. Такая продукция приводит к образованию клина вследствие различной толщины материала.

Высечка из заготовок-двойников производится с целью экономии материала, когда полоса содержит две заготовки, например при изготовлении этикеток для моющего средства или аналогичных печатных изделий. Заготовки при этом располагаются в шахматном порядке,

причем вторая повернута на 180°. Процесс высечки выполняется в два хода. Полосы вкладываются в машину стопами чаще всего по 1000 листов. При первом ходе высечки вырубается нижняя заготовка, лежащая в лотке подачи, в то время как верхняя полоса отделяется от заготовки. Эта верхняя полоса проходит рядом с ножом на держателе, который помещен на лотке подачи. Верхняя «проходящая мимо» заготовка вынимается вручную из держателя, поворачивается на 180° и помещается в машину для второго хода высечки. Положение штампа при этом не меняется.

Преимущества данного способа следующие:

- 1) экономия почти 50% времени высечки по сравнению с применением высечки из полос с одной заготовкой;
- 2) экономия бумаги около 20%;
- 3) использование одних и тех же высекальных штампов.

Высечка с предварительной разрезкой применяется для разделения этикеток, расположенных в определенном порядке. Речь идет о черновой вырубной высечке, за которой следует окончательное формообразование этикетки. Высечка этикеток осуществляется в два этапа. На первом этапе выполняется предварительная (черновая) вырубка заготовок штампом с открытым контуром из стопы полос материала. Это распространенный технологический метод. Высекальный штамп может быть выполнен с прямолинейным или специальным криволинейным незамкнутым контуром. На втором этапе осуществляется чистовая высечка этикеток из стоп заготовок.

При использовании данного способа появляется возможность попеременно разделять этикетки, расположенные в шахматном порядке.

26.3. ПОЛИСТНОЕ ШТАНЦЕВАНИЕ ПРОДУКЦИИ. ПРОЦЕСС ОДНОВРЕМЕННОЙ ВЫСЕЧКИ И ХОЛОДНОГО КОНГРЕВНОГО ТИСНЕНИЯ. ПЕРФОРИРОВАНИЕ. БИГОВКА

Процесс изготовления коробки может быть разделен на три этапа: печать, изготовление заготовки и формирование коробки. Эти этапы, как правило, разделяются промежуточным складированием [10].

Товарные упаковки печатаются преимущественно в несколько красок и подвергаются лакированию для увеличения глянца, стойкости поверхности к истиранию. Это производится, как правило, в печатной машине при помощи дисперсионного лака. Альтернативные

варианты отделки — ламинирование, припрессовка глянцевой пленки — требуют больших затрат, так как это дополнительная операция, которая при отсутствии оборудования должна будет выполняться в другой типографии.

Формирование заготовок охватывает следующие три аспекта:

1) дополнительная отделка внешних поверхностей коробки рельефным тиснением или тиснением металлизированной фольгой;

2) вырубка по внешнему контуру заготовок (клеевые клапаны, элементы крышек и т. д., как правило, не имеют прямоугольной формы, поэтому заготовки должны вырубаться из отпечатанных листов);

3) подготовка тех мест заготовки, где затем будет производиться складывание, — мест сгиба, облегчающих извлечение содержимого, которые должны подвергнуться биговке, рицовке или перфорированию для соединения коробки.

Затем производится удаление облоя, что означает удаление отходов из заготовки. Формирование заготовок на производстве чаще всего осуществляется на штанцевальных автоматах вертикального типа, в которых производятся вырубка, биговка и отделение заготовок от облоя. Большинство штанцевальных автоматов оснащены устройствами рельефного (холодного) тиснения. Плоское штанцевание — такой принцип действия, при котором как штанцформа, так и другой инструмент (принцип ножевого реза) являются плоскими.

В штанцформу встроены ножи из стальных заточенных полос, которые помещаются в канавки, прорезанные в фанерной основе. Прорезка канавок в основе производится на установках, управляемых компьютером, который обрабатывает данные печатной формы. При изготовлении заготовок с малой степенью отделки применяются поточные линии, в которых интегрированы печать, вырубка и отделение от облоя.

В печатно-вырубных агрегатах сначала производится ролевая многокрасочная печать на рулоне картона, а затем вырубка из полотна посредством плоского штанцевания. Перед приемкой расположен поперечный нож, так что на нее поступают листы, вырубленные и освобожденные от облоя. В момент штанцевания полотно должно быть остановлено (прерывистое движение).

В штанцевально-печатных агрегатах сначала производится вырубка картонного полотна (с перемычками для соединения отдельных заготовок, которые затем разрезаются поперек на листы). В жестко соединенных секциях листовой печати производится многокрасочная печать, а перед приемкой — отделение облоя от заготовки.

Одним из эффективных способов отделки полиграфической продукции является конгревное тиснение, позволяющее получать рельефные изображения с выпуклыми или вогнутыми участками на поверхности материала. Изготовление упаковки с таким тиснением все чаще заказывают производители чая, шоколадных конфет и т. д. С элементами конгрева выпускается большое количество поздравительных открыток, визиток, папок.

Для выполнения такого заказа традиционно использовались прессы тигельного построения, снабженные нагревательными элементами. Освоение этого способа связано с большими затратами на приобретение машины, ее установку и наладку, выделение дополнительной производственной площади. В случае передачи заказа на тиснение в стороннюю организацию возникают проблемы, связанные с транспортировкой тиража, повышением себестоимости продукции, увеличением времени выполнения заказа.

Между тем конгревное тиснение можно выполнить холодным способом на высекальном оборудовании, предназначенном для получения края изделий, которое, как правило, имеют фирмы, занимающиеся изготовлением картонной упаковки, открыток, папок и т. д. В большинстве — это тигельные высекальные машины, в которых вместо высекального штампа закрепляют клише (матрицу) для тиснения, а на ответной плите — контрклише (патрицу). С целью увеличения экономического эффекта и снижения затрат времени в большинстве случаев холодное конгревное тиснение можно совместить с высечкой. Для этого клише размещают прямо на высекальном штампе.

При встречном движении плит тигельного прессы обеспечивается одновременная высечка и рельефное тиснение. При таком способе нет необходимости закупать дополнительное оборудование, экономится производственная площадь, ускоряется выполнение заказа, поскольку отпадают лишние перевозки тиража.

Безусловно, величины остаточных деформаций при холодном способе тиснения будут существенно меньше, чем при горячем. Исследований с целью сравнения величины основных параметров тиснения (давления, скорости приложения нагрузки, величины остаточной деформации) при горячем и холодном конгревном тиснении в литературе обнаружить не удалось. Но поскольку между этими двумя видами тиснения много общего, то интересны результаты анализа влияния температуры штампа на качество блинтового тиснения переплетных крышек, из которых можно сделать следующие выводы:

– температура штампа является одним из важных, но не решающим фактором, влияющим на качество тиснения;

– при прочих равных условиях увеличение температуры штампа позволяет снизить рабочее давление, необходимое для получения качественного оттиска.

Следовательно, возможна и обратная закономерность — увеличение давления позволяет снизить температуру штампа, т. е. тиснить холодным способом.

Таким образом, применение способа холодного одноуровневого конгревного тиснения вполне оправдано и в малых типографиях, ориентированных на выполнение оперативных заказов, при условии сокращения сроков изготовления оснастки и снижения ее стоимости, что вполне достижимо путем совершенствования существующей технологии.

Перфорация — это просечка в малой стопе листов бумаги, тонкого картона, оттисков, в фальцуемой тетради или книжном блоке, состоящем из отдельных листов (долей), цепочки расположенных на одной линии и близко друг от друга щелеобразных, круглых или прямоугольных отверстий сравнительно небольшого размера. Перфорацию в виде щелеобразных отверстий выполняют в фальцевальных машинах и фальцаппаратах книжно-журнальных ротаций с целью устранения утолщений на сгибах и диагональных морщин, облегчения выхода воздуха из замкнутых полостей в процессах фальцовки и прессования тетрадей. Выполняется перфорация дисковыми зубчатыми ножами с односторонней или двусторонней заточкой с углом заточки соответственно 20 и 30°. Полный комплект дисковых зубчатых ножей позволяет получить щелевые отверстия длиной от 1 до 48 мм с промежутками от 1 до 5 мм [9].

Перфорация мелких круглых и щелеобразных отверстий делается для удобства пользования некоторыми видами документов (квитанционными и чековыми книжками), календарями-ежедневниками, марками — для отрыва по мере надобности листа от блока, уголка или марки от листа. Перфорация сравнительно крупных (от 4 до 8 мм) круглых, овальных и прямоугольных отверстий необходима при использовании скрепления блоков спиралями и гребенками в производстве различных изданий книжного типа и беловых товаров.

Перфорацию фасонных отверстий в зависимости от формата листовой продукции и объема производства осуществляют на настольных перфорационных станках с ручным приводом, полуавтоматах. Скорость работы автоматов — от 140 до 80 цикл/мин в зависимости от длины обрабатываемых листов (этот определяющий размер, выраженный в миллиметрах, указан в трехзначном шифре различных моделей оборудования). За один цикл работы автоматы могут обрабатывать стопку бумаги или картона толщиной до 2,5 мм.

Исполнительными инструментами на перфорационном оборудовании являются перфорирующая гребенка, состоящая из металлического корпуса, в котором закреплено несколько десятков пуансонов, и работающая с ней в паре перфорирующая матрица – пластина со сквозными отверстиями, форма которых с минимальным зазором повторяет форму пуансонов гребенки. В процессе перфорирования перфорирующая матрица неподвижна, а перфорирующая гребенка совершает возвратно-поступательные движения, т. е. используется ножничный принцип реза. В комплекте оборудования имеются сменные перфорирующие инструменты с различной формой, размерами и шагом пробиваемых отверстий.

При смене заказа переналадка оборудования включает следующие операции: 1) замену перфорирующих инструментов; 2) установку или наклейку упора, определяющего положение линии перфорации по отношению к верной кромке листа. При работе на автоматах регулируются передние и боковые упоры, фиксирующие точное положение листа или малой стопы при работе перфорирующей гребенки, положение перфорационного узла относительно передних упоров, а также плоскостapelный самонаклад и приемно-выводное устройство по формату и толщине листов или стопы. Смена перфорирующих инструментов на автоматах длится не более 15 мин, а полная переналадка — 22–32 мин.

Биговка — это нанесение на тонкий (до 3 мм) листового материала или фальцуемую тетрадь прямых углубленно-выпуклых линий, облегчающих изгиб полуфабриката на последующих операциях. Биговка широко применяется в производстве картонной упаковки и тары, при изготовлении поздравительных открыток, пригласительных билетов, временных пропусков, а в брошюровочно-переплетных процессах — при изготовлении обложек для книжных и папок для комплектных изданий, картонных переплетных крышек типа б, папок для различных документов и др. Она необходима в тех случаях, когда из-за большой толщины и жесткости материала и полуфабриката нельзя получить требуемые точность и внешний вид сгиба.

Биговка выполняется на универсальных перфорировально-биговальных станках или в секциях фальцевальных машин. На универсальных станках биговка выполняется плоским тупым ножом и опорной планкой с пазом, а в фальцмашинах — дисковым инструментом и двумя опорными дисками.

При переналадке биговального станка и биговальных инструментов секций фальцевальной машины регулируются глубина и ширина бига в соответствии с толщиной и прочностными свойствами обраба-

тываемого материала, а также положение бига или бигов по отношению к его верной кромке. В фальцмашинах при необходимости меняют и толщину дискового ножа: в сменных инструментах фальцмашин предусматривается два комплекта дисковых ножей толщиной 0,8 и 2,0 мм соответственно для биговки тонких и толстых материалов и тетрадей. В каждом комплекте по четыре ножа, диаметры которых различаются на 0,5 мм, что позволяет изменять глубину бига в пределах 0–2,0 мм. В биговальных станках глубина бига может изменяться плавно ограничением нижнего положения ножа.

Глубина бига является важнейшим показателем настройки оборудования, так как она определяет внешний вид и прочность полуфабриката и изделия. В процессе биговки биговальный нож с закругленным лезвием продавлиывает волокнистый материал в паз колодки или в промежутки между ножом и опорными дисками на некоторую глубину; при этом происходит растяжение наружных и сжатие внутренних слоев волокнистого материала. Деформации растяжения и неизбежные деформации сдвига на краях бига приводят к частичному разрыву связей между волокнами, а деформации сжатия — к уплотнению материала. Весь процесс биговки протекает в три стадии. На первой стадии плавное нарастание усилия биговки сопровождается пропорциональным увеличением плотности и прочности материала на разрыв и уменьшением прочности на изгиб. На второй стадии при незначительном изменении прилагаемой нагрузки прочность материала на разрыв стабилизируется, а скорость падения прочности на изгиб в 2,5–3 раза уменьшается. Для третьей стадии характерно быстрое падение прочности материала на растяжение при относительно малых нагрузках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин [и др.]; под общ. ред. А. Н. Раскина. — М.: Книга, 1989. — 432 с.
2. Гуляев, С. А. Основы технологии печатных процессов. В 2 ч. Ч. 2 / С. А. Гуляев, В. П. Тихонов. — М.: Мир книги, 1997. — 72 с.
3. Попрядухин, П. А. Технология печатных процессов: учеб. для вузов / П. А. Попрядухин. — М.: Книга, 1968. — 360 с.
4. Рязанов, В. М. Офсетная печать / В. М. Рязанов. — М.: Книга, 1983. — 248 с.
5. Техника флексографской печати: учеб. пособие: пер. с нем. В 2 ч. / под ред. В. П. Митрофанова, Б. А. Сорокина. — М.: МГУП, 2000–2001. — Ч. 1–2.
6. Потапов, Ю. Мир трафаретной печати: практ. пособие / Ю. Потапов, У. Потапова. — М.: Гелла-Принт, 2001. — 112 с.
7. Сорокин, Б. А. Тампонная печать / Б. А. Сорокин. — М.: МГУП, 2001. — 82 с.
8. Фентон, Х. М. Основы цифровой печати и печати по требованию / Х. М. Фентон. — М.: МГУП, 2004. — 130 с.
9. Бобров, В. И. Технология и оборудование отделочных процессов / В. И. Бобров, Л. Ю. Сенаторов. — М.: МГУП, 2008. — 434 с.
10. Ефремов, Н. Ф. Тара и ее производство / Н. Ф. Ефремов. — М.: МГУП, 2001. — 312 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Лекция 1. Предмет и содержание дисциплины «Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары».....	4
Лекция 2. Основные понятия и определения дисциплины «Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары».....	6
Лекция 3. Особенности молекулярно-химической природы и структурно-механических свойств печатных материалов.....	13
Лекция 4. Технологические характеристики красочных аппаратов машин офсетной печати при производстве упаковки и тары.....	22
Лекция 5. Технологические характеристики красочных аппаратов машин глубокой и флексографской печати для производства упа- ковки и тары.....	40
Лекция 6. Технологические функции давления в печатном процессе	51
Лекция 7. Перенос краски с формы на запечатываемый материал	61
Лекция 8. Закрепление краски на оттиске при производстве упа- ковки и тары.....	70
Лекция 9. Синтез цвета при многокрасочном печатании	80
Лекция 10. Входной контроль и его роль в обеспечении беспере- бойной работы печатного оборудования при производстве упа- ковки и тары.....	90
Лекция 11. Технология офсетной печати в упаковочном произ- водстве.....	96
Лекция 12. Технология высокой печати в упаковочном произ- водстве.....	109
Лекция 13. Технология глубокой печати в упаковочном произ- водстве.....	113
Лекция 14. Технология флексографской печати в упаковочном производстве.....	123
Лекция 15. Технология трафаретной печати в упаковочном про- изводстве	134
Лекция 16. Перспективные специальные способы печатания при производстве упаковки и тары.....	144
Лекция 17. Качество печатного изображения.....	152

Лекция 18. Графическая, градационная и цветовая точность печатания.....	158
Лекция 19. Автоматизация печатных процессов.....	165
Лекция 20. Назначение, виды и способы отделки упаковочной продукции	170
Лекция 21. Лакирование упаковочной продукции.....	173
Лекция 22. Ламинирование, каширование, припрессовка в упаковочном производстве	188
Лекция 23. Тиснение при производстве упаковки и тары.....	200
Лекция 24. Флокирование в упаковочном производстве	211
Лекция 25. Бронзирование и термография в упаковочном производстве.....	221
Лекция 26. Механические способы отделочных процессов при производстве упаковки и тары.....	228
Литература	240

Учебное издание

Громыко Ирина Григорьевна

**ТЕХНОЛОГИЯ
ПЕЧАТНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УПАКОВКИ И ТАРЫ**

Тексты лекций

Редактор *Т. Е. Самсанович*
Верстка *А. А. Селиванова*
Корректор *Т. Е. Самсанович*

Издатель:

УО «Белорусский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/227 от 20.03.2014.

Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.