

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**П. Е. Сулим**



**ОБОРУДОВАНИЕ  
И ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ  
ДОПЕЧАТНЫХ И ПЕЧАТНЫХ  
ПРОЦЕССОВ**

Тексты лекций  
для студентов специальности 1-40 05 01-03  
«Информационные системы и технологии  
(издательско-полиграфический комплекс)»  
очной и заочной форм обучения

Минск 2016

УДК 655.2:655.3(0.034)  
ББК 37.8я7  
С89

*Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета.*

**Рецензенты:**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры программного обеспечения  
вычислительной техники и автоматизированных систем БНТУ

*О. В. Бугай;*

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры полиграфических производств БГТУ

*М. К. Яковлев*

**Сулим, П. Е.**

С89      Оборудование и основы технологии допечатных и печатных процессов : тексты лекций для студентов специальности 1-40 05 01-03 «Информационные системы и технологии (издательско-полиграфический комплекс)» очной и заочной форм обучения / П. Е. Сулим. – Минск: БГТУ, 2016. – 146 с.

В электронном пособии представлены основы технологии допечатных и печатных процессов, физико-химические процессы, заложенные в их основу, а также конструкции и особенности машин и устройств, составляющих технологические цепочки в допечатных и печатных процессах. Данное издание представляет интерес для студентов и учащихся соответствующих учебных заведений, а также лиц, интересующихся общим развитием и применением технологий допечатных и печатных процессов.

**УДК 655.2:655.3(0.034)**  
**ББК 37.8я7**

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2016  
© Сулим П. Е., 2016

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ .....</b>	<b>6</b>
<b>Глава 1. ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ .....</b>	<b>18</b>
1.1. Основные этапы изготовления полиграфической продукции	18
1.2. Компьютерные издательские системы. Особенности вос- произведения изобразительных оригиналов.....	19
1.3. Градационные свойства изображений.....	20
1.4. Цветность.....	21
1.5. Наличие мелких деталей.....	22
1.6. Устройства ввода и оцифровки информации .....	23
1.6.1. Ввод и кодирование текстовой информации.....	23
1.6.2. Общая характеристика текстов. Виды шрифтов и предъявляемые к ним требования .....	25
1.6.3. Растровые шрифты.....	26
1.6.4. Формы информации, содержащейся в текстах .....	29
1.6.5. Клавиатурный ввод информации .....	30
1.6.6. Речевой ввод информации.....	32
<b>Глава 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИИ .....</b>	<b>37</b>
2.1. Электрофотографические (лазерные) принтеры, их при- менение и конструкция .....	37
2.2. Порядок обращения с порошком тонера.....	41
2.3. Заправка ТК тонером.....	41
2.4. Правила обращения с СБ .....	42
2.5. Проверка и чистка остальных элементов ТК.....	43
2.6. Порядок выполнения заправки картриджей .....	43
2.6.1. Порядок разборки ТК.....	44
2.6.2. Заправка ТК тонером .....	45
<b>Глава 3. ВВОД И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ</b>	<b>47</b>
3.1. Цветопроба, ее виды и место в технологическом процессе репродуцирования .....	47
3.2. Приборы для измерения качества полиграфической про- дукции .....	49

3.3. Ввод и обработка изобразительной информации.....	55
3.4. Методы растривания изображений и аппаратные средства для их реализации.....	57
3.5. Общие сведения и техническая характеристика сканеров...	68
3.5.1. Основные элементы конструкции сканеров.....	72
3.5.2. Схемы построения сканеров .....	80
<b>Глава 4. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «COMPUTER-TO-FILM», «COMPUTER-TO-PLATE».....</b>	<b>82</b>
4.1. Печать. Вид процесса, способы получения печати в виде оттисков .....	82
4.2. Печатные формы.....	84
4.2.1. Печатные формы плоской офсетной печати .....	85
4.2.2. Печатные формы высокой печати .....	86
4.3. Способы печати .....	88
4.4. Фотонаборные автоматы.....	92
<b>Глава 5. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «COMPUTER-TO-PRESS» .....</b>	<b>96</b>
5.1. Входной контроль материалов печатного процесса и его роль в обеспечении бесперебойной работы печатного оборудования.....	96
5.2. Технологическая характеристика красочных аппаратов машин высокой и офсетной печати .....	100
5.3. Технологические функции давления в печатном процессе	103
5.4. Основная диаграмма печатного процесса. Понятие о допустимом диапазоне давлений .....	105
5.5. Декели печатных машин и их деформационные свойства Особенности развития деформаций в условиях реального печатного процесса.....	109
5.6. Методы оценки краскопереноса .....	111
5.7. Влияние режимных параметров печатного процесса на перенос краски с формы на запечатываемый материал .....	112
5.8. Назначение и сущность процесса закрепления краски .....	113
5.9. Современные методы ускорения закрепления печатных красок.....	115
5.10. Причины и характер износа форм в высокой печати .....	120
5.11. Субъективные и объективные критерии оценки качества печатного изображения.....	123

<b>Глава 6. ЦИФРОВЫЕ ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ .....</b>	<b>127</b>
6.1. Система непосредственной записи формы в машине.....	127
6.2. Специальные способы печатания .....	128
<b>Глава 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ</b>	
<b>ЦИФРОВОЙ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ .....</b>	<b>135</b>
7.1. Струйные принтеры.....	135
7.1.1. Непрерывная струйная печать .....	136
7.1.2. Струйная импульсная печать .....	137
7.2. Конструктивные особенности картриджей струйных прин- теров .....	140
7.2.1. Рекомендации по эксплуатации и обслуживанию картриджей первого типа .....	140
7.2.2. Рекомендации по эксплуатации и обслуживанию картриджей второго и третьего типа.....	141
7.3. Восстановление высохшей печатающей головки .....	141
7.3.1. Восстановление печатающей головки на картридже первого типа.....	142
7.3.2. Восстановление печатающей головки принтера, ис- пользующего картриджи второго типа .....	142
7.3.3. Восстановление печатающей головки картриджа тре- тьего типа.....	143
7.4. Основные варианты исполнения емкости для краски .....	144
7.5. Порядок выполнения заправки картриджей .....	144
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>146</b>

# ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ

Для успешного изучения дисциплины «Оборудование и основы технологии допечатных и печатных процессов» необходимо усвоить основные определения и теоретические сведения, приведенные ниже.

*Технология* — совокупность методов, процессов и материалов, используемых в полиграфической деятельности, а также научное описание способов технического производства; комплекс организационных мер, направленных на обслуживание, ремонт, изготовление, эксплуатацию изделий с номинальным качеством и минимальными затратами, который обусловлен текущим уровнем развития техники, науки и общества в целом.

*Допечатные процессы* — все стадии полиграфической технологии, связанные с подготовкой издания к печати (набор, цветоделение, обработка текста, изображений, верстка полос издания, монтаж, раскладка полос) и изготовлением печатных форм, включительно.

*Печатные процессы* — процессы переноса печатной краски с печатной формы на запечатываемый материал, а так же связанные с ними подготовительные операции.

*Оборудование*: печатная машина, предназначена для нанесения изображения на печатный материал.

Печатные машины делятся по способу нанесения краски: офсетные, флексографские, трафаретно-печатные, машины высокой и глубокой печати.

По способу подачи запечатанного материала машины подразделяются на листовые и рулонные.

*Абзац* — структурно-композиционная часть текста, состоящая из нескольких фраз, которую автор использует, чтобы отделить одну микротему от другой и реплики друг от друга.

*Авторская корректура* — это корректура, которую автор делает для того, чтобы проверить свое произведение по существу, улучшить его и исправить ошибки.

*Авторский лист* — единица объема авторского оригинала.

*Аннотация* — краткая характеристика содержания издания.

*Апрош* — пробел между буквами или словами в типографском наборе.

*Брошюра* — непериодическое тематическое издание размером 4–48 страниц.

*Буклет* — листовое издание, отпечатанное на одном листе и сложенное в один или несколько раз.

*Бумажный лист* — единица расчета количества бумаги для издания.

Верстка — монтаж полос *оригинал*-макета из составных элементов: набранного текста, заголовков, таблиц, иллюстраций, украшений и пр.

*Висячая строка* — концевая строка абзаца, стоящая первой на полосе или в колонке, или начальная строка *абзаца*, стоящая на полосе (в колонке) последней.

*Внутреннее оформление издания* — художественно-техническое оформление всех страниц издания.

*Выпускные данные* — часть выходных сведений печатного издания, в которых дается производственно-техническая характеристика издания, дата, название и адрес типографии.

*Высокая печать* — основной способ печати, при котором краска передается на бумагу с печатной формы.

*Выходные данные* — включают в себя место выпуска издания, имя издателя, год выпуска.

*Вычитка* — грамматическая обработка издания.

*Гарнитура* — комплект шрифтов одного рисунка, но разных размеров и начертаний.

*Глубокая офсетная печать* — это способ печати, при котором краска с печатных форм передается на носитель с эластичного офсетного цилиндра.

*Глубокая печать* — основной способ печати, при котором жидкая краска передается на бумагу с печатной формы, в которой печатные элементы углублены по отношению к пробельным.

*Доля листа* — часть отпечатанного листа издания, образованного при его сгибании несколько раз.

*Засечка* — графически выделенные верхние и нижние окончания штрихов в буквах и знаках шрифта.

*ISBN* — международный стандартный номер книги, который находится в левом нижнем углу оборота титульного листа.

*Интерлиньяж* — междустрочный пробел.

*Кегль* — размер литеры наборного шрифта.

*Книга* — непериодическое текстовое издание, размером свыше 48 страниц.

*Книжный лист* — страница книги с оборотом.

*Компьютерный набор* — набор текста с помощью компьютера.

*Корректурa* — исправление и коррекция пробных оттисков, ошибок, допущенных исполнителями при наборе или незамеченных автором.

*Корректор* — работник, выполняющий корректуру.

*Краско-оттиск* — единица объема печати, равная каждому соприкосновению бумаги с печатной формой.

*Лист* — единица объема издания.

*Литера* — элемент ручного набора, металлический брусок с рельефным зеркальным изображением буквы на верхнем конце. Из литер складывают слова.

*Макет* — модель оформления будущего издания, содержащая эскизы оформительских элементов, вплоть до композиции каждой полосы и разворота в издании.

*Малотиражное издание* — издание тиражом меньше 1000 экземпляров.

*Обложка* — 4-страничная бумажная крышка издания, которая предохраняет от внешних воздействий.

*Оглавление* — указатель заголовков, раскрывающий строение произведения.

*Оперативная полиграфия* — небольшие полиграфические предприятия множественной техники, оперативно изготавливающие мелкую печатную продукцию (бланки, брошюры, визитки).

*Оптическая плотность* — мера непрозрачности какой-либо среды (бумаги, пленки), равная логарифму отношения падающего на среду потока излучения к потоку, прошедшему через эту среду.

*Оригинал-макет* — это подписанный к печати оригинал, в котором сформированы полосы будущего экземпляра.

*Отбивка* — пробел между наборными элементами или между ними и другими элементами полосы.

*Оттиск (отпечатки)* — текстовое декартовое изображение, полученное в процессе печати.

*Офсетная бумага* — бумага для офсетной печати.

*Офсетная печатная машина* — машина с печатной секцией из трех цилиндров: печатного, передаточно-офсетного, формного.

*Офсетная печать* — способ печати с характерными особенностями: плоская печатная форма, печатающие и пробельные элементы которой лежат в одной плоскости и обладают разными физико-химическими свойствами. Перенос краски на бумагу осуществляется не с печатной формы, а через цилиндр.

*Печатание* — полиграфический процесс получения красочных оттисков путем многократного переноса краски с печатающих эле-

ментов печатной формы на запечатываемую поверхность печатной машины.

*Печатная бумага* — бумага, которая по своим качествам удовлетворяет требованиям технологии печатного процесса. Виды: для глубокой печати: книжно-журнальная; для офсетной: мелованная, офсетная, типографическая.

*Печатная форма* — это поверхность, на которой формируются печатающие (дающие красочный или бескрасочный оттиск) элементы, служит для многократной передачи красочного или бескрасочного изображения или текста на бумагу. Может быть цельной или составной, плоской или полуцилиндрической пластиной, твердой или гибкой.

*CtP (Computer-to-Print)* — цифровая технология получения оттисков без изготовления печатной формы.

*Полиграфическое производство* — процесс, включающий совокупность различных технических средств, используемых для печатного размножения текстовой и изобразительной информации в виде газет, книг, журналов, репродукций и др.

В издательско-полиграфической практике информацию, представленную в виде текста, таблиц, математических и других формул, называют текстовой информацией, а информацию в виде иллюстраций — изобразительной.

Термином полиграфия называют не только совокупность технических средств размножения информации печатания, но и отрасль народного хозяйства полиграфической промышленности.

Печатающие элементы — участки формы, на которые в процессе печатания наносится краска с последующим ее переносом на бумагу, картон и т. д.

Пробельные элементы — участки, не принимающие на себя краску, в результате чего некоторая часть не будет покрыта красочным слоем.

Нанесение краски только на печатные элементы формы обеспечивается благодаря их пространственному разделению или созданию различных физико-химических и других свойств печатных и пробельных элементов.

Для выполнения печатного процесса необходимо кроме печатной формы иметь запечатываемый материал (бумагу и т. д.), печатную краску и печатное оборудование.

Производство печатной продукции в большинстве случаев состоит из трех-четырех отдельных, но согласованных процессов:

1) обработка текстовой и изобразительной информации, оригиналов, подлежащих полиграфическому воспроизводству. В результате

этого процесса получают негативы или диапозитивы на прозрачной пленке, содержащей информацию печатной формы;

2) изготовление с негативом или диапозитивом комплекта печатных форм, необходимых для размножения информации;

3) печатание тиража, получение с печатных форм определенного количества идентичных листов, тетрадей или газет, что и является размножением информации;

4) выполнение брошюровки (изготовление брошюр, журналов, книг из нескольких элементов).

Первые два — допечатные процессы, остальные — печатные.

Полиграфическое производство основано на физико-химических, фотографических и других процессах, с применением электроники, электронно-вычислительной и лазерной техники.

Отличительной чертой является комплексное механическое и широкое автоматическое использование новейшего автоматического и электронного оборудования, применение поточных автоматических линий.

Наиболее прогрессивной формой являются автоматические процессы, они позволяют значительно повысить производительность, уменьшить число рабочих, улучшить качество продукции.

Не всегда удается достичь полной автоматизации. В некоторых случаях не всегда экономично применять дорогие автоматические системы.

Поточные линии — самые перспективные виды оборудования. Полиграфические процессы в большинстве своем многоспиральны, поэтому их применение наиболее эффективно на поточных линиях. Они обеспечивают непрерывность процесса, строгую последовательность проведения всех операций и позволяют максимально сократить или полностью ликвидировать перерывы между ними.

Недостатки: необходима четкая работа каждой составляющей ее машины, т. к. перерыв в работе хоть одной машины нарушает ритм всех процессов.

В зависимости от степени механизации в полиграфии используются два вида линий: механизированные и автоматические.

*Механизированные линии* — линии, где все операции выполняются с помощью специальных машин.

*Автоматические линии* — линии, состоящие из соединенных между собой специальными транспортными связями машин-автоматов, которые автоматически выполняют по заданной программе все операции.

*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.

Центральное место печатных процессов в технологической цепи полиграфического репродуцирования определяется, кроме их назначения, еще и тем, что они выдвигают требования к смежным технологическим звеньям. Известно, что характер используемых печатных форм зависит не только от способа печатания, но и от величины тиража издания и типа печатной машины. С другой стороны, особенности печатного процесса и характер полуфабриката в значительной степени сказываются на трудоемкости брошюровочно-переплетных и отделочных операций и влияют на выбор необходимого оборудования.

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

Основные признаки печатного процесса:

- 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. С этой точки зрения выделяют высокую, плоскую, глубокую печать и их разновидности.

Современная классификация печатных процессов предложена В. С. Лапатухиным. В ее основу положена совокупность признаков, позволяющих объективно оценить возможности существующих и перспективных способов печатания с точки зрения результативности всего полиграфического процесса, т. е. информативности (ограниченная, повышенная, высокая, наиболее высокая). При этом под информативностью способа печатания понимают его способность удовлетворять в каждый данный отрезок времени общественную потребность в разнообразной печатной информации — общественно-политической, научно-технической, художественно-изобразительной и т. д.

Такой подход диктует необходимость выделять различные способы печатания с учетом взаимосвязи всех технологических этапов, определяющих информативные возможности полиграфического процесса в целом. Этот подход соответствует тенденции к автоматизации технологических процессов, характеризующей современный этап развития полиграфического производства.

К техническим признакам способа изготовления печатной продукции, которые определяют быстроедействие процесса формирования оттиска и их печатно-изобразительные возможности, относятся:

1) метод переноса краски на запечатываемый материал, характеризующий в первую очередь особенности самого печатного процесса — прямой (контактный), косвенный (офсетный) и бесконтактный (струйная печать);

2) принцип печатания, отражающий особенности взаимосвязи формного и печатного процесса или особый механизм формирования изображения на запечатываемом материале в процессе печатания без применения печатной формы — печатание с постоянной формы (высокая печать), с переменной формы (офсетная), без печатной формы (струйная);

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

Классификация способов печатания призвана выдвинуть на первый план принципиальные особенности каждого из способов и обеспечить всесторонне обоснованное их использование. При этом признак информативности определяет степень оперативности полиграфического технологического процесса и качество художественно-технического исполнения издания, тогда как остальные признаки характеризуют технические особенности, т. е. прежде всего быстроедействие и печатно-изобразительные возможности процессов формирования изображения.

Главным направлением перспективного развития отрасли является сокращение количества различных вариантов печатания при одновременном расширении технико-технологических возможностей. При этом ожидать быстрого вытеснения существующих способов печатания не следует, тем более что производственный потенциал «традиционной» полиграфии достаточно разветвлен и мобилен. Применительно к печатным процессам известно 135 технологических вариантов, имеющих следующие отличительные признаки:

1) наличие и характер запечатываемого материала;

2) наличие и характер формы, с которой производится печатание;

3) наличие и вид конструктивного элемента, посредством которого реализуется давление при печатании.

В последнее десятилетие произошли ощутимые изменения в развитии основных способов печатания, сферах и масштабах их применения. В результате совершенствования формных процессов, улучшения свойств и разработки новых видов материалов, создания высокопроизводительных печатных машин технологические возможности высокой, офсетной и глубокой печати значительно сблизились, а сами способы становятся все более универсальными. Этому способствует обобщение технологической базы допечатных процессов.

Сближение репродукционных возможностей основных способов печатания привело к утрате доминирующего положения высокой печати. Офсетная печать все шире применяется для выпуска газетной, книжно-журнальной и изобразительной продукции. Значительное количество одно- и многокрасочных иллюстрированных журналов, высокохудожественных альбомов, каталогов и проспектов изготавливается способом глубокой печати. При этом, учитывая непрерывное нарастание общемирового выпуска печатной продукции, можно сказать, что каждый из основных способов печатания будет и в дальнейшем занимать в мировой полиграфии определенное место, обусловленное его конкурентоспособностью, технологическим уровнем и степенью соответствия современным требованиям его производственно-технической базы.

Развитие технологии печатных процессов связано с возникновением таких способов печатания, в которых совместно на более высоком уровне используются принципиальные особенности традиционных способов, например:

1) способ высокой офсетной печати, в котором изображение переносится с рельефной неувлажняемой печатной формы на запечатываемый материал через промежуточную поверхность;

2) прямая плоская печать, при которой изображение с плоской формы передается непосредственно на бумагу без промежуточного звена;

3) офсетная печать без увлажнения, при которой изображение с печатной формы переносится на запечатываемый материал через промежуточное звено без увлажнения за счет использования особым образом изготовленных печатных форм и специальных красок;

4) способ глубокой офсетной печати, в котором для переноса изображения с формы, имеющей неравномерно углубленные печатающие элементы, используется промежуточная поверхность;

5) «обращенная» плоская печать, в которой печатающим элементам придаются гидрофильные, а пробельным — гидрофобные свойства.

Одним из приоритетных направлений развития полиграфического производства является автоматизация всех производственных процессов и создание высокоавтоматизированных линий и систем, начиная с обработки текстовой и изобразительной информации и заканчивая переплетными процессами. Также получили новый импульс развития такие способы печатания, как флексографский, трафаретный и электрографический (в целом ряде модификаций).

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



**Рис. 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 четыре основных рабочих элемента:

1) систему подачи бумаги, подводящую листовую 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, т. е., как правило, многозвенную валково-цилиндрическую систему, назначение которой — непрерывное снабжение печатной формы определенным количеством краски. Система обеспечивает дозированную подачу краски из резервуара (красочного ящика), раскат краски и превращение ее в равномерную тонкую красочную пленку с одновременным изменением структуры краски, транспортировку краски от красочного ящика к печатной форме путем последовательного расщепления слоя, накат краски на форму технологически необходимым по толщине слоем с обеспечением его равномерности;

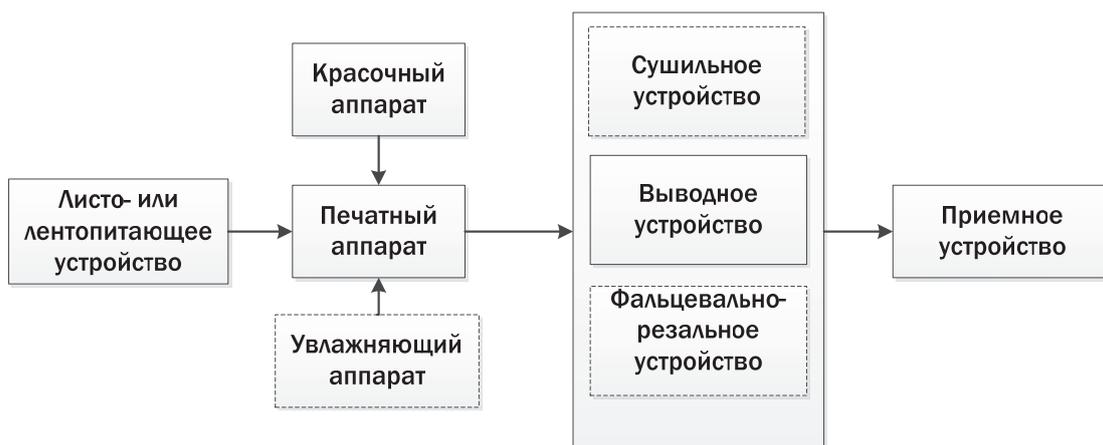
3) печатный аппарат — комплект элементов, включающий в себя носитель печатной формы (талер или цилиндр) и носитель бумаги (давящий элемент). В печатном аппарате создаются условия для переноса некоторого количества краски с печатающих элементов формы на запечатываемый материал (в классических способах печатания это происходит под действием давления) и проводки листа бумаги или бумажного полотна через зону печатного контакта. Особенности конструкции и функционирования печатных аппаратов обычно связаны со способом печатания, видом печатной формы и типом запечатываемого материала;

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 листов, последовательно отрезаемых от запечатанного бумажного полотна.

Кроме основных элементов, в состав печатной машины могут входить и другие устройства, связанные, с одной стороны, с принципиальными особенностями способа печатания (увлажняющие аппараты и передаточные цилиндры в машинах офсетной печати), а с другой — с технологическими требованиями к печатной продукции и ее назначением (устройства для предотвращения отмарывания и ускорения закрепления печатных красок, лакировальные секции и т. д.).

Структурная схема печатной машины приведена на рис. 2.

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.



**Рис. 2.** Структурная схема печатной машины

Взаимосвязь основных элементов процесса получения оттиска представлена на рис. 3.



**Рис. 3.** 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, т. е. ее прочность, оказывающую боль-

шое влияние на характер расщепления красочного слоя — характер закрепления краски на оттиске, предопределяющий конкретный способ упрочнения красочного изображения;

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 [1].

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

## Глава 1

# ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

### 1.1. Основные этапы изготовления полиграфической продукции

*Полиграфия* — область технологического производства и совокупность технических, вычислительных и материальных средств, направленных на тиражирование оригиналов (изображений, текстов, документов) в виде печатных изданий определенного уровня качества; отрасль техники, совокупность технических средств и технологических приемов, используемых для получения большого количества печатных копий (репродукций) оригиналов, прошедших редакционную подготовку.

*Полиграфический процесс* — регламентированная последовательность технологических операций, проводимых с использованием технических средств изготовления печатной продукции и направленных на производство полиграфических изданий.

Технология полиграфического производства включает в себя три основных технологии:

- 1) допечатных процессов;
- 2) печатных процессов;
- 3) брошюровочно-переплетных процессов.

Допечатные процессы — все стадии полиграфической технологии, связанные с подготовкой издания к печати, до изготовления печатной формы включительно.

На процессы допечатной подготовки издания влияют следующие факторы:

- 1) вид продукции и ее характеристика;
- 2) вид и способ печати;
- 3) характеристики печатного и послепечатного процессов;

- 4) сроки исполнения;
- 5) соотношение «цена/качество».

От качества проведения допечатной подготовки зависит в результате качество печати и послепечатной обработки. Ошибки, допущенные при допечатной подготовке, практически невозможно исправить на последующих этапах.

Допечатная подготовка объединяет в себе следующие процессы:

- 1) набор и обработка текста;
- 2) создание изображений, обработка иллюстраций и цветопроба;
- 3) верстка;
- 4) спуск полос;
- 5) изготовление фотоформ;
- 6) изготовление печатных форм.

Применение персональных компьютеров позволило проводить на них набор, обработку изображений, верстку, спуск полос, а также осуществлять управление записью фотоформ, печатных форм и процессом печатания.

## **1.2. Компьютерные издательские системы. Особенности воспроизведения изобразительных оригиналов**

*Компьютерные издательские системы* — комплекс, включающий в себя [2]:

- 1) персональные компьютеры для ввода текста, обработки изображений, верстки и управления процессом в целом;
- 2) сканирующие устройства;
- 3) выводные устройства;
- 4) сетевое обеспечение;
- 5) программное обеспечение.

Воспроизведение изображения на оттиске идентично оригиналу по ряду объективных причин невозможно. К этим причинам относятся:

- 1) различные характеристики подложки оригинала и тиражной бумаги;
- 2) различный цветовой синтез оригинала и оттиска;
- 3) различные интервалы оптических плотностей оригинала и оттиска, что влияет на градационную передачу;

4) различный цветовой охват пигментов фотопленок, художественных и печатных красок;

5) изображение на оригинале непрерывное, на оттиске — дискретное, что отрицательно влияет на воспроизведение мелких деталей и градационную передачу;

6) различный масштаб оригинала и оттиска, что влияет на резкость изображения.

В связи с перечисленными причинами при обработке оригинала для последующего воспроизведения необходимо учитывать нижеуказанные параметры:

1) градационные свойства;

2) цветность;

3) наличие мелких деталей;

4) погрешности (в частности, растр на полиграфических оригиналах, а также механические повреждения: пыль, царапины и т. д.);

5) желания заказчика.

### **1.3. Градационные свойства изображений**

*Градация* — определенный последовательный ряд оптических плотностей изображения.

*Градационная точность* — соответствие градаций на оригинале и на оттиске.

*Градации серого* — переход оптических плотностей от белого цвета к черному.

*Градации цветового тона* — постепенный переход одного цветового тона от белого до максимально насыщенного.

В зависимости от величины оптической плотности на участках изображения выделяются следующие зоны:

1) точка белого (чисто белая область, не содержащая каких-либо деталей);

2) диффузионные света (растровая точка 2–10%);

3) света (10–35%);

4) полутона (35–65%);

5) тени (65–80%);

6) глубокие тени (80–98%);

7) точка черного (область, содержащая насыщенный черный цвет).

Точность градационного воспроизведения оригинала определяют следующие факторы:

- 1) динамический диапазон оптических плотностей оригинала;
- 2) сюжетные особенности;
- 3) особенности технологического процесса, применяемое оборудование и материалы.

Динамический диапазон оптических плотностей оригинала, как правило, превышает динамический диапазон оттиска. Теоретически динамический диапазон может принимать значения от 0 до 4 D. Характерные значения динамического диапазона для некоторых видов источников изображения равны следующим величинам:

- 1) 0,9–1,0 (иллюстрации на газетной бумаге);
- 2) 1,5–2,0 (иллюстрации на мелованной бумаге);
- 3) 2,0–2,5 (фотоснимки);
- 4) 2,5–3,0 (негативы);
- 5) 2,7–3,2 (качественные слайды);
- 6) 3,5–4,0 (специальные профессиональные слайды высокого качества).

Сюжетные особенности оригинала определяются тем, в какой зоне оптических плотностей находятся сюжетно важные детали: в светах, тенях и т. п. Например, на оригиналах, сюжетно важные детали которых сосредоточены в светах, контраст в этой области должен быть сильно увеличен по сравнению с контрастом в полутонах и тенях.

Особенности технологического процесса, применяемое оборудование и материалы определяются технологией допечатной подготовки (возможности системы ввода, характеристики раstra, технология изготовления печатных форм, особенности фотопроцесса и копировально-формных процессов), видом печати, печатными машинами, процессом печати, бумагой, характеристиками и порядком наложения красок, формированием ахроматической составляющей.

## **1.4. Цветность**

*Цветопередача* — визуально точно воспринимаемое цветовоспроизведение оригинала на оттиске при сравнении изображений в одинаковом освещении.

Для цветных изображений существует три группы точности воспроизведения: физическая, физиологическая и психологическая.

*Физическая точность* — совпадение изображений на оригинале и на оттиске по спектральному составу. Может быть только в том случае, если оригинал и репродукция с него выполнены на одинаковой бумаге и одинаковыми красками.

*Физиологическая (колориметрическая) точность* — визуально одинаково воспринимаемые цвета с различными спектральными характеристиками. При воспроизведении оригинала следует учитывать цветовой охват оригинала и оттиска.

*Психологическая точность* — воспроизведение памятных цветов (цвет травы, неба, фруктов и т. п.), при этом, как правило, оригинал и оттиск вместе не рассматриваются; сохранение цветовых соотношений, а не абсолютных характеристик цветов.

Точность цветопередачи зависит как от процессов допечатной подготовки, так и от процесса печати.

Цветопередача при допечатной подготовке в основном определяется системными цветовыми искажениями (компенсируются базовой цветокоррекцией) и качеством цветоделения.

Цветопередача на оттиске зависит от следующих факторов:

- 1) точности передачи градаций;
- 2) технологического процесса, применяемого оборудования и материалов.

## **1.5. Наличие мелких деталей**

*Штрихи* — это элементы различной толщины, имеющие только один уровень яркости (оптической плотности) по отношению к фону.

Качество воспроизведения штриха определяется следующими его характеристиками:

- 1) точностью передачи геометрических размеров;
- 2) резким переходом оптических плотностей на границах;
- 3) прямолинейностью краев детали.

При сканировании штрихового изображения, в связи с технологией процесса считывания, могут возникать определенные погрешности:

- 1) уменьшение размеров штриха вплоть до исчезновения очень тонких элементов;
- 2) сдвиг изображения;
- 3) размытие границ штриха;
- 4) пилообразность краев (у наклонных штрихов).

В дальнейшем, в процессе фотовывода и в копировально-формных процессах есть вероятность усиления этих недостатков из-за светорассеивания в системах. Так как синтез цифрового изображения пиксельный, то полностью избежать указанных погрешностей воспроизведения штриха невозможно. Для визуального неразличения, в частности пилообразности границ, необходимо правильно определить разрешение сканирования и вывода (на фотопленку и формную пластину).

Получение резкого, неразмытого края штрихового элемента возможно при использовании высококонтрастной фототехнической пленки с относительно высокой разрешающей способностью или при непосредственной записи информации лазерным лучом на формную пластину (технология Computer-to-Plate).

В процессе печатания на воспроизведение штриха оказывают влияние:

- 1) вид печати;
- 2) технологический процесс;
- 3) материалы;
- 4) неточность совмещения цветов.

Изменение масштаба исходного изображения может привести к потере мелких деталей (при значительном уменьшении размеров) или к их размытию и потере резкости (при значительном увеличении).

## **1.6. Устройства ввода и оцифровки информации**

### **1.6.1. Ввод и кодирование текстовой информации**

В настоящее время стадия подготовки издания имеет большое многообразие средств ввода информации. Наиболее широко известными и распространенными из них являются клавиатура и мышь, а также сканеры, позволяющие автоматизировать процесс ввода текстовой информации

Цифровые фотокамеры позволяют получать электронную версию видеоматериала, которая в цифровом виде может легко вводиться, обрабатываться и передаваться по каналам связи.

Внедряемый в настоящее время речевой ввод расширяет границы общения человека с вычислительной средой и повышает естественность этого общения.

Ввод, обработка, хранение и передача текстовой информации предполагает использование определенных методов ее кодирования. Методы кодирования, с одной стороны, открывают принципиальную возможность обработки информации путем реализации определенных процедур над кодами символов, знаков. С другой стороны, они позволяют более экономно использовать ресурсы памяти ПЭВМ. Поэтому часто методы кодирования называют методами сжатия информации. Чем выше коэффициент сжатия, тем процесс кодирования является более трудоемким. То же самое наблюдается и в процессах декодирования, которые порой могут весьма ощутимо замедлять процесс обработки информации.

Поэтому при кодировании информации при отсутствии помех преследуется достижение следующих целей:

- 1) обеспечение простоты, надежности и эффективности аппаратной реализации информационных устройств путем кодирования;
- 2) минимальное время передачи информации;
- 3) минимальный объем запоминающих устройств;
- 4) простота выполнения арифметических и логических действий в принятой системе кодирования.

При кодировании информации обычно используются позиционные системы счисления, в которых значение каждого символа зависит от его положения (разряда) по отношению к другим символам. Существует целый ряд систем, которые легко сводятся к двум наиболее распространенным — двоичной и десятичной. При кодировании текстовой информации знаки преобразуются в последовательность двоичных сигналов — кодовые комбинации. Такое преобразование необходимо для того, чтобы можно было осуществлять прием, передачу и хранение текстовой информации. Однако при этом необходимо учитывать как вероятность появления каждой буквы, так и необходимость обнаружения ошибок передачи.

Теоретической базой для такого кодирования, названного эффективным, являются теоремы Шеннона. Эффективное кодирование состоит в том, чтобы, учитывая статистические свойства источника сообщения (вероятность появления каждой буквы), минимизировать среднее число двоичных знаков, используемых для кодирования одной буквы. В этом случае время на передачу сообщения и объем запоминающего устройства минимальны.

Проблема достоверности распознавания сообщений обычно обеспечивается внесением избыточности сообщения, позволяющей исключить ошибки передачи сигналов [3].

## **1.6.2. Общая характеристика текстов. Виды шрифтов и предъявляемые к ним требования**

В полиграфическом производстве работа с текстовой информацией приобретает основное значение, так как текст является главным объектом переработки при его редактировании, кодировании, наборе, корректуре и верстке. В основной издательской продукции доля текста в общей запечатанной площади изменяется в пределах от 70 до 100%.

Текстом (лат. *textus* — ткань, соединение слов) называют любое словесное произведение литературы, науки, искусства, напечатанное, написанное или бытующее в устной форме. В полиграфии имеют дело только с напечатанными или написанными текстами.

В полиграфическом воспроизведении текстов большое внимание уделяется выбору шрифтов, от которых во многом зависят не только принципы обработки текста, но и использование в полиграфической продукции. Шрифт (нем. *schrift* — письменность, буква) — это способ визуального кодирования смысловой информации, выраженной с помощью графических форм, знаков алфавитной системы.

Совокупность однотипных знаков шрифта, различных по вертикальному размеру (кеглю) и начертанию, но идентичных по характеру рисунка, объединяется в одну группу, называемую гарнитурой шрифта. Каждая гарнитура имеет свое название: Обыкновенная, Академическая, Литературная, Рубленая и т. д.

Начертание — это один вариант шрифтов из гарнитуры. Все начертания имеют стандартные названия и определяют вид шрифта. Название начертания состоит из нескольких слов, которые определяют насыщенность шрифта, степень наклона и его особенности. Например, курсивное начертание, полужирное, подчеркнутое и т. д.

В полиграфии приняты особые линейные единицы измерения: пункт, равный 0,376 мм, и квадрат, равный 18 мм. В квадрате содержится 48 пт. Эти единицы были введены в 1737 г. французским типографом Фурнье. Еще одной единицей измерения, используемой в полиграфии, является цитцера (1 цитцера = 12 пт).

Кегль шрифта (его размер) равен числу пунктов, укладываемых в высоте буквы с добавлением пробелов, необходимых для начертания выносной части буквы «б» в верхнем пробеле и букв «р», «у» в нижнем пробеле. Таким образом, кегль равен расстоянию между верхними и нижними выносными элементами букв.

Буквы в строках всегда располагаются по базовой линии, а расстояние между строками называется интерлиньяжем.

В большинстве применяемых гарнитур самый мелкий кегль 6 пт, затем шрифты содержат четные величины пунктов: от 8 до 48. Более мелкие кегли — 4 и 5 пт, а также нечетные 7 и 9 пт применяются значительно реже.

Основные требования, предъявляемые к шрифту: удобочитаемость, технологичность и экономичность.

1) Удобочитаемость зависит от начертания шрифта, кегля, оптических свойств бумаги и др. (интерлиньяжа, длины строк). Она определяется скоростью чтения. Эксперименты и опыт показали, что для взрослого человека при длине строки 10–11 см наиболее удобный кегль — 10 пт.

2) *Технологичность шрифта* — это его способность обеспечить наиболее точные отпечатки. Наиболее технологичными считаются рубленые шрифты.

3) *Экономичность* — это количество печатных знаков определенного кегля на единице площади бумаги. Гарнитура шрифта обыкновенная узкая считается наиболее экономичной.

Развитие печатных технологий, их автоматизация и переход к компьютерным полиграфическим системам потребовал создания цифровых видов шрифтов.

Машинные цифровые шрифты, применяемые при автоматизированной обработке текста с помощью ПЭВМ, отличаются большим разнообразием. Размер пункта в них несколько меньше стандартного полиграфического и составляет 0,353 мм. Используемые для обработки текстов пакеты программ позволяют получить размеры шрифта не только основных кеглей, но и межкегельные размеры шрифтов путем масштабирования знаков текста.

Используемые в настоящее время машинные шрифты разработаны в 1989 г. фирмами Microsoft и Apple, они интегрированы в операционную систему Windows и разделяются в зависимости от формы представления на три вида.

### **1.6.3. Растровые шрифты**

Знаки шрифта представляют собой оцифрованное изображение (рис. 4). Хранятся в виде набора битов, отображающих различные элементы этих знаков. Растровые шрифты нельзя масштабировать, поэтому каждый кегль должен храниться в виде отдельного файла. Эти шрифты используются в основном для изображения букв на экране, однако некоторые из них используют также при выводе знаков на

принтер. Процесс печати растровых знаков сводится к переносу этого изображения на выводное устройство.



**Рис. 4.** Растровый шрифт

Растровые шрифты обладают различной разрешающей способностью, которая определяется количеством точек на 1 см изображения. По вертикали она изменяется от 19 до 48 точек на 1 см, а по горизонтали — от 24 до 48 точек на 1 см.

Растровые шрифты имеют существенный недостаток, связанный с тем, что при их увеличении и воспроизведении проявляется множество дефектов, нарушается рисунок, который при большом увеличении может измениться до неузнаваемости. Это и не позволяет производить масштабирование шрифта.

При описании векторных (контурных) шрифтов контур символа аппроксимируют векторами (рис. 5), и точность его передачи определяется их количеством. При векторном способе кодирования информация о начертании знака представляет массив приращений координат концов векторов (проекции векторов), последовательность которых соответствует направлению обхода каждого замкнутого контура знака только базового кегля. Остальные кегли получаются из базового масштабным преобразованием:

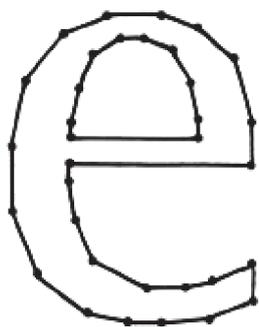
$$l = \frac{l_6 K}{K_6} = l_6 M, \quad (1)$$

где  $l$  и  $l_6$  — линейные размеры знака в небазовом и базовом кеглях;  $K_6$  и  $K$  — базовый и небазовый кегли;  $M = K / K_6$  — масштабный множитель.

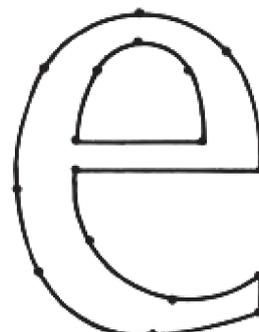
Таким образом, векторные шрифты можно легко масштабировать и производить другие трансформации (наклон или поворот), что является их существенным достоинством. При этом любое устройство или программа, способная воспроизводить векторы, сможет воспроизвести форму знака.

Шрифты True Type создаются контурным методом, поэтому они еще называются контурными и также являются масштабируемыми. Недостатком этого метода можно считать некоторую сложность построения при рисовании знака на компьютере.

При контурном описании знака контур разбивается на отдельные участки, представляющие собой отрезки прямой и дуги окружностей (рис. 6). При кодировании контуров кроме координат начала и конца векторов задаются параметры дуг окружностей (радиус окружности, координаты центра окружности и точек сопряжения дуг).



**Рис. 5.** Способ кодирования информации о начертании шрифтовых знаков при контурно-векторном описании изображения знаков



**Рис. 6.** Способ кодирования информации о начертании шрифтовых знаков при контурном описании изображения знаков

Кегли масштабируемых шрифтов могут изменяться в очень широких пределах: от 2 до 999 пт. Текст, набранный с использованием шрифтов True Type, может быть выведен на любом принтере: лазерном, струйном или матричном.

Для набора математических знаков и греческих букв используется шрифт WingDings. В нем содержится также большое количество символов типа стрелок, крестиков, кружков и т. п. Большинство этих знаков не имеется на клавиатуре персональной ЭВМ, поэтому для ввода необходимо использовать таблицу знаков.

Инсталляция шрифтов осуществляется автоматически при установке определенной системы Windows. Число одновременно используемых шрифтов в этой операционной системе ограничено, но суммарный объем файла при этом не должен превышать 64 Кбайт. Обычно установка одного шрифта добавляет к объему файла примерно 40 байт. Для экономии дисковой памяти возможно удаление старых шрифтов и встраивание вместо них новых.

#### 1.6.4. Формы информации, содержащейся в текстах

В процессе преобразований текста и работы с ним приходится учитывать различные формы информации, содержащейся в тексте в целом и отдельных его знаках.

Символьная (шенноновская) информация определяется вероятностными характеристиками знаков текста, взаимной корреляцией между знаками, вероятностью появления слов и словосочетаний. Для определения количества такой информации существует строго обоснованный К. Шенноном математический аппарат.

Количество символьной информации на один символ  $H$  определяется формулой

$$H = \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i, \quad (2)$$

где  $P$  — вероятность появления символов в тексте.

Необходимость изучения статистики языка возникла с появлением массовых коммуникаций (телеграф, радио) и использовалась для кодирования сообщений (тайнописи). С появлением фотонаборных автоматов и созданием ЭВМ возникла потребность в совершенствовании методов кодирования, основанных на статистических и информационных свойствах текстов. В настоящее время знание статистических свойств языков широко применяется при решении различных задач машинной обработки текстов (распознавание символов, реферирование и перевод текстов и т. д.).

Графическая (изобразительная) информация содержится в начертании знаков шрифта. Она зависит от способа его представления в ЭВМ. Растровое представление применяется при использовании матричных, струйных и лазерных принтеров, а также при отображении шрифтов на экране видеотерминала.

Векторное (шрифтовое) представление применяется при выводе шрифта на графопостроителе (плоттере). Контурное представление описывает знаки совокупностью участков прямых и окружностей. Заполнение таких контуров может быть сплошным и растрованным. Алгоритмическое представление состоит в применении сложных функций для описания контуров знаков. Очень часто для этой цели используются полиномы различных степеней, аппроксимирующие контуры спроектированного знака.

Основной задачей совершенствования представления знаков является уменьшение объема памяти для шрифтового обеспечения. Наибольшего объема памяти требует матричное представление. Пере-

ход к другим видам представления осуществляется для сжатия данных об изображении знака.

Синтаксическая информация характеризует структурную организацию слов текста в целом и является количественной мерой структурно-статистического разнообразия и свободы выбора лингвистического варианта текста.

Семантическая информация определяет смысл передаваемого сообщения. Она в значительной степени связана с синтаксической информацией, но почти не связана информацией символьной (шенноновской).

Так, знаки «т», «р», «с» и «о» обладают вполне определенной энтропией и количеством символьной информации. Но их различные сочетания — сорт, рост, торс, трос — приводят к принципиальному изменению смысла, а, следовательно, и семантической информации.

Воспринимая шрифт как систему визуального кодирования семантической информации, можно выделить следующие его свойства:

1) определенному знаку шрифта, относящемуся к одному алфавиту, должен соответствовать только один набор существенных отличительных характеристик;

2) для обеспечения восприятия знаков их изображения, относящиеся к одному шрифту, должны иметь похожие элементы;

3) знаки шрифта должны быть легко читаемыми, т. е. особенно их изображений не должны затруднять их распознавания.

Таким образом, шрифт, объединенный языковыми и художественными особенностями, представляет собой набор знаков, кодирующих текстовую информацию.

### **1.6.5. Клавиатурный ввод информации**

Процесс ввода информации предусматривает цепь преобразования вводимой информации. Клавиатура — основное устройство ввода данных, кодируемых путем нажатия расположенных на ней клавиш. Для ввода используют клавиатуры специализированные и простые. При применении специализированной клавиатуры каждой клавише соответствует определенный символ или целая строка, что значительно повышает скорость этой операции. Аналогично можно организовать ввод наиболее употребляемых в сообщениях слов, сочетаний, букв и т. д., тогда время ввода одного элемента информации (буква, слово, фраза)  $t_v$  определяется соотношением

$$t_v = t_{сч} + t_{п} + t_{н} + t_{к}, \quad (3)$$

где  $t_{сч}$  — время считывания оператором элемента информации;  $t_{п}$  — время поиска клавиши, соответствующей данному информационному элементу;  $t_{н}$  — время, необходимое для нажатия клавиши;  $t_{к}$  — время переходного процесса выработки соответствующего кода.

Если принять  $t_{н} = \text{const}$ ,  $t_{к} = 0$ ,  $t_{сч} = \text{const}$  для всех клавиш клавиатуры (информационных элементов), то выражение (3) можно записать в виде

$$t_{в} = t_{п} + a + bN, \quad (4)$$

где  $a$  и  $b$  — постоянные параметры, определяющие характер подготовленности оператора (быстродействие, реакцию оператора на изменение информации);  $N$  — общее число клавиш.

Если сообщение содержит  $M_0$  алфавитно-цифровых символов, то для его ввода с помощью обычной клавиатуры требуется время

$$T = M_0 t_0 = M_0(a + bN_0), \quad (5)$$

где  $N_0$  — число клавиш обычной клавиатуры.

При вводе того же сообщения на специализированной клавиатуре требуется время

$$T = M_0 \left[ 1 - p \left( 1 - \frac{1}{n} \right) \right] (a + bN), \quad (6)$$

где  $p$  — суммарная вероятность появления в текстах сообщений укрупненных элементов информации;  $n$  — средняя длина укрупненных элементов информации (кроме отдельных букв);  $N$  — число клавиш специализированной клавиатуры.

Эффективность ввода с помощью специализированной клавиатуры достигается в том случае, если она содержит относительно небольшое число клавиш (до 200).

Современные тенденции в полиграфии таковы, что построение наборных комплексов и систем обработки информации в большей мере решается на базе вычислительной техники общего применения. Как правило, современный компьютер имеет стандартную клавиатуру, которая используется как для обработки текстов, так и для других целей. Поэтому в подобных системах кодирование множества знаков определяется специальными таблицами.

Современные клавиатуры выполняются, как правило, в виде конструктивно и функционально измененного электронного узла, оснащенного клавишными переключателями, которые преобразуют движения пальцев руки человека в электрический сигнал и тем самым реализуют специальные функции кодирования и управления клавиа-

турой. Современные клавиатуры используют 101 клавишный стандарт, применяемый в большинстве выпускаемых ПЭВМ.

Для упрощения работы с клавиатурой используется принцип кодирования клавиш, не связанный с кодированием символа, т. е. в системное устройство ПЭВМ посылается код клавиши, а не код символа, а процессор ПЭВМ позиционный код клавиши преобразует с помощью специальной программы в код символа. Такая особенность работы клавиатур позволяет расширить их функциональные возможности, обеспечивая гибкость и мобильность, позволяя работать с несколькими фонетическими системами (алфавитами или буквами) или обеспечить с помощью специальных программ использование тех или иных клавиш для других целей.

По функциональному назначению клавиши клавиатурного набора подразделяются на наборные группировки.

Алфавитно-цифровое поле — это расположенная в центре и предназначенная для ввода алфавитно-цифровых символов многорядная матрица клавиш. Причем позиции символов алфавитно-цифровых клавиш наборного поля соответствуют стандарту символов для пишущих машинок, принятому еще в начале XX в., что способствует высокой производительности ввода информации. Помимо основного наборного поля клавиатура также содержит вспомогательное поле, необходимое для ввода числовой информации. Оно может содержать не только цифры, но и символы арифметических операций.

#### **1.6.6. Речевой ввод информации**

Системы распознавания звуков речи весьма перспективны, так как позволяют кардинальным образом решить проблему ввода информации в ЭВМ с целью ее дальнейшей обработки, а также обеспечения возможности управления голосом различными машинами и роботами.

Решение этой задачи сводится сначала к распознаванию звуков речи (фонем), а затем к объединению этих звуков в слова.

Любое устное сообщение может быть представлено последовательностью фонем и пауз между ними. Точное выделение фонем и их число позволяют описывать устную речь без искажений. В русской устной речи выделяют порядка 40–45 фонем, которым соответствуют определенные коды, хранящиеся в памяти ЭВМ.

Распознавание речи может осуществляться на уровне объединения фонем в слова и происходить в памяти ЭВМ в результате сравне-

ния речевого слова с моделью-эталоном, хранящимся в памяти. Словари подобных эталонов насчитывают до нескольких десятков единиц. Главная трудность в реализации таких устройств — распознавание речи отдельных людей: так как одни и те же слова, произнесенные разными людьми, отличаются дикцией, интонацией и скоростью произношения. Поэтому сразу не проводят точное сравнение речевого сигнала с моделью, а отыскивают наиболее близкую модель по определенному критерию. Таким критерием в акустических распознающих устройствах являются методы частотного анализа, позволяющие разделить исследуемый сигнал на сумму частотных составляющих.

Простейший анализатор представляет собой набор частотных полосовых фильтров, т. е. многоканальный анализатор, который анализирует входной сигнал одновременно во всем диапазоне частот и называется параллельным анализатором.

Другой метод распознавания звуковых образов, называемый методом разделения по признакам, аналогичен рассмотренному методу частотного анализа и реализуется следующим образом.

В словах, подлежащих распознаванию, первоначально выявляются частотные спектры фонем, входящих в эти слова. В силу того, что максимумы частот отдельных фонем не совпадают и сдвинуты относительно друг друга в некотором диапазоне, их анализируют на наличие этих максимумов и путем сравнения с моделью определяют фонемы, а по принятым фонемам распознают слова.

Практика применения этого метода показывает, что их распознавание производится почти на пределе: всегда оказывается 2–3 близко расположенных максимума, и избежать ошибки можно лишь в том случае, если произношение повторяется многократно.

Еще один метод опознавания звуков речи можно назвать методом многошаговой дихотомии. Первый шаг — разделение звуков на глухие и звонкие.

Если звук звонкий, первый разряд кода занимает 1, если глухой — 0. Далее звонкие звуки делятся на «шумные» и «нешумные»; если звук «нешумный», второй разряд кода равен 1, «шумный» — 0 и т. д. Как видно, на каждом этапе распознавания предлагается альтернатива выбора между двумя подмножествами. Перемещаясь от узла к узлу, получаем код распознаваемого звука.

Остановимся более подробно на некоторых современных системах речевого ввода информации.

Современные устройства речевого ввода делятся на устройства распознавания речи и устройства идентификации говорящего. Систе-

ма речи включает в себя человека, алгоритм распознавания и устройство, его реализующее.

Основная стратегия решения задачи распознавания речи базируется на заблаговременном формировании словаря речевых сегментов, которые играют роль эталонов. Процедура распознавания при этом сводится к сравнению сигнала на входе устройства с эталонами и определения для каждого эталона меры сходства. Обычно в таких системах в качестве речевого сегмента выбирается слово, так как для него сравнительно просто определить начало и конец, т. е. границы. В этом случае объем словаря соответствует количеству распознаваемых слов.

Аппаратно-программные средства, в рамках которых реализуются программы распознавания речи, получили название речевые анализаторы.

Эти устройства осуществляют преобразование речевых сигналов с микрофона (информационный поток сигналов порядка 100 000 бит/с) в последовательность цифровых кодов символов с существенно меньшим информационным потоком (10–10 000 бит/с) и обязательным сохранением передачи смыслового компонента речи. Имеющее место сжатие информационного потока осуществляется за счет введения операции распознавания смысловых элементов речи (фразы, слова, фонемы).

Анализаторы подразделяются на две группы: анализаторы ограниченного словаря и универсальные. Анализаторы ограниченного словаря ориентированы на распознавание заданного конкретной задачей числа речевых команд (обычно порядка 100), т. е. на идентификацию одной из произнесенных речевых команд словаря в виде номера команды (рис. 7).



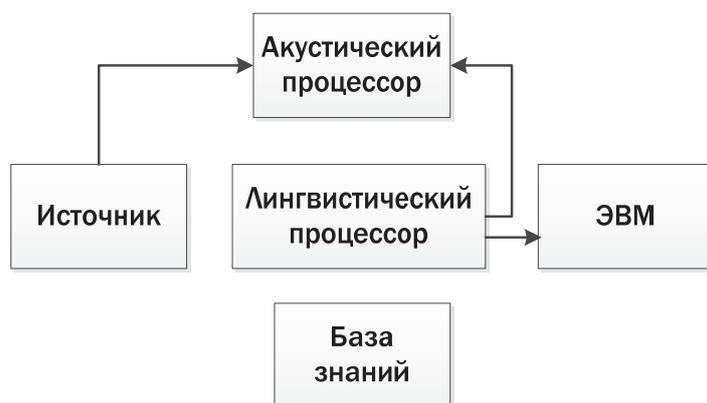
**Рис. 7.** Анализатор ограниченного словаря

Распознавание осуществляется путем нелинейного сопоставления во времени эталонов команд с произносимой командой и выбора наи-

более схожего из них. Формирование словаря команд в таких анализаторах происходит в процессе обучения на голос диктора.

Универсальные анализаторы ориентированы на текущее распознавание полного набора смысловых элементов речи, из которых может быть осуществлено и, в конечном счете, распознано любое слово или слитно произнесенное речевое сообщение (рис. 8). Распознавание осуществляется лингвистическим процессором по правилам, заложенным в базе знаний.

Существующие речевые процессоры налагают порой достаточно жесткие условия на пользователей. Прежде всего, слова должны произноситься в виде речевой команды — слова-фразы с обязательной паузой. Во-вторых, требуется предварительная настройка анализатора на словарь и голос диктора путем как минимум однократного прочтения всего словаря речевых команд. В-третьих, в помещении недопустим высокий уровень шума. При удовлетворении этих требований устройства обеспечивают надежность распознавания речевых команд порядка 99%, что вполне приемлемо для многих применений. Надежность распознавания порядка 99% была достигнута благодаря использованию метода динамического программирования (ДП-метода).



**Рис. 8.** Универсальный анализатор

В силу того, что различные звуки слов произносятся во времени по-разному, и применяется ДП-метод, представляющий процедуру вычисления наилучшего времени сопоставления эталона и распознаваемого звука. Новые программы распознавания речи благодаря усовершенствованным алгоритмам, а также появлению мощных цифровых процессоров и цифровых сигнальных процессоров (DSP) могут работать в ОС Windows и других ОС ПЭВМ. Созданы коммерческие программные пакеты для диктовки, распознающие до 30 000 слов (словарный запас, достаточный для обеспечения определенной про-

фессиональной деятельности). Однако, несмотря на то, что системы речевого ввода информации открывают большие перспективы, а их развитие идет стремительными темпами, внедрение этих систем в полиграфию сегодня является проблемой будущего [4].

### **Вывод к главе 1**

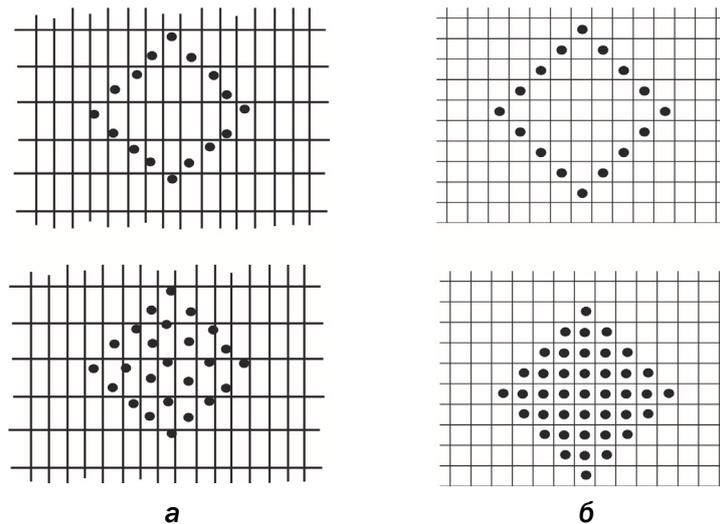
*В основе построения систем допечатной подготовки изданий лежит концепция системного подхода к организации допечатного процесса, при котором все технологические операции, связанные с вводом, обработкой и выводом изображений, согласованы друг с другом, используют одинаковые форматы данных, единые параметры, принципы связи и управления различными этапами единого процесса. При этом все технические и программные параметры аппаратного и программного обеспечения находятся в жесткой взаимосвязи, что позволяет существенно оптимизировать весь процесс допечатной подготовки и добиться максимально возможной производительности всей системы.*

# ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИИ

### 2.1. Электрофотографические (лазерные) принтеры, их применение и конструкция

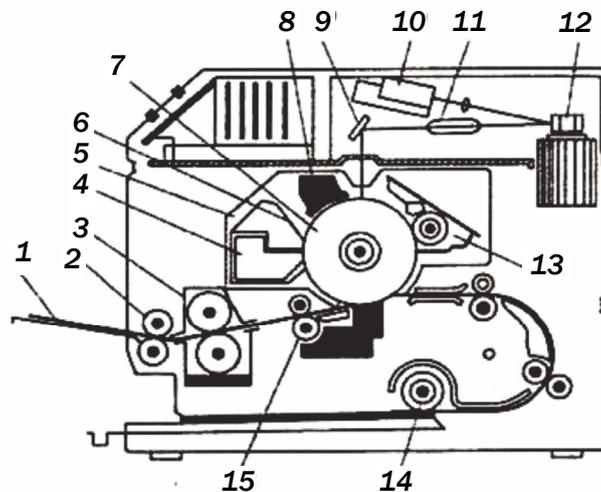
Электрофотографические настольные принтеры применяются в полиграфии в составе издательских систем на базе ПЭВМ для выпуска бланочной и другой продукции методом репродуцированного оригинала-макета, для получения корректурных отпечатков полос изданий, а также для работы технического и художественного редакторов и корректорской читки. При изготовлении корректурных отпечатков достаточно иметь принтер с разрешением 300–600 dpi, а для изготовления репродуцируемого оригинала-макета желательно использовать принтер с разрешением 600–1200 dpi или выше. Необходимо знать, что многие модели принтеров имеют так называемое алгоритмическое или «несимметричное» разрешение. В этом случае фактическое разрешение, обеспечиваемое перемещением лазерного луча, составляет 1200 dpi (рис. 9), а фактическое разрешение по цилиндру равно 600 dpi.

Воспроизводимое растрованное изображение при этом имеет не квадратную, а прямоугольную структуру, а луч лазера способен поставить растровую точку либо в верхней, либо в нижней части прямоугольника. В этом случае говорят об алгоритмическом разрешении 1200 dpi. Как видно из рисунка, высокое алгоритмическое разрешение лишь позволяет сделать края изображения более гладкими, но не может дать черный цвет хорошего качества. Другая распространенная технология повышения разрешения состоит в уменьшении вращения электрофотографического цилиндра до такой скорости, чтобы обеспечить по вертикали удвоение числа линий сканирования и тем самым получить разрешающую способность, равную 1200×1200 dpi.



**Рис. 9.** Разрешение 1200 dpi:  
а — алгоритмическое; б — реальное

Лазерный принтер для печати на листовой бумаге (рис. 10) состоит из полупроводникового лазера 10, работающего в импульсном режиме в инфракрасной области спектра и формирующего луч, который разворачивается непрерывно вращающимся многогранным металлическим дефлектором 12.



**Рис. 10.** Схема настольного лазерного принтера

Фокусирующая и компенсаторные линзы объектива 11 фокусируют пучок света, который, отразившись от зеркала 9, попадает на поверхность электрофотографического цилиндра 7.

Электрофотографический цилиндр с нанесенным на его металлическую, обычно алюминиевую поверхность тонким фотополупровод-

никовым слоем предварительно заряжается с помощью устройства 8, называемого коротроном, и тем самым приобретает светочувствительность.

В силу последнего обстоятельства пучок света лазера 10 формирует на электрофотографическом цилиндре скрытое изображение. Проявление его выполняется однокомпонентным проявителем в устройстве 13. После проявления заряженное изображение переносится электростатическим полем, сформированным электризатором 15, на бумагу. По окончании процесса переноса изображения на обратной стороне бумаги остается заряд, воздействие которого может привести к тому, что бумага застрянет в принтере. Чтобы этого не произошло, в конструкциях принтеров предусмотрены специальные механические пальцы отделения бумаги или коротроны отделения, создающие заряд противоположной полярности к коротрону переноса, но меньшей величины, чтобы часть заряда от коротрона переноса сохранилась и удерживала тонарное изображение на бумаге вплоть до его закрепления термосиловым методом в устройстве 3.

Вышеописанные узлы зарядки 8, проявления 10, а также узел очистки 4 с ракелем, предназначенный для очистки электрофотографического слоя от остатков тонера, конструктивно объединены в сменной кассете 5, называемой картриджем. Такое конструктивное решение значительно упрощает ремонт и обслуживание оборудования.

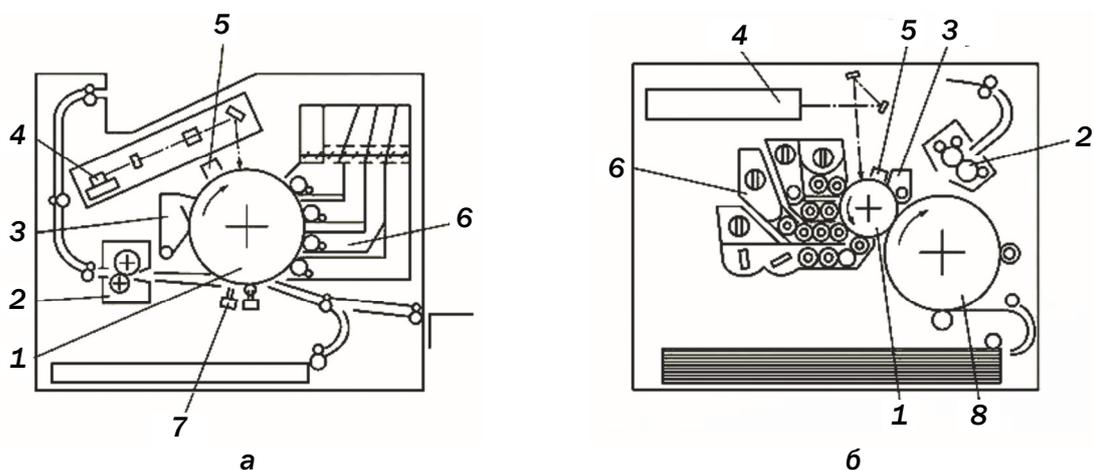
Вывод отпечатанных листов с принтера осуществляется системой валиков 3 на приемный лоток 2.

В большинстве принтеров подача листов бумаги осуществляется с помощью фрикционного устройства самонаклада из лотка 14.

В качестве устройств цифровой цветопробы используются цветные электрофотографические принтеры. В них как и в черно-белых используется лазер или линейка светодиодов. Конструкция цветных принтеров базируется на технологии получения цветного изображения электрофотографическим методом и конструктивно подразделяется на одноцилиндровые или двухцилиндровые (рис. 11). Одноцилиндровый вариант — это накопление цветного изображения непосредственно на электрофотографическом цилиндре в результате последовательного цветоделенного экспонирования и четырехкратного (включая черный цвет) проявления цветами триады. Полученное цветное изображение переносится непосредственно на бумагу и закрепляется. Схема одноцилиндрового варианта приведена на рис. 11, а.

Двухцилиндровый вариант (рис. 11, б) и его модификации с автоматически сменяемыми узлами проявления, как правило, применяют-

ся в лазерных принтерах. По этому варианту изображение многократно экспонируется и проявляется на цилиндре и каждый раз переносится на бумагу, удерживаемую на другом цилиндре — цилиндре переноса. Только после завершения процесса накопления цветного изображения бумажный лист освобождается и транспортируется в зону закрепления, где порошковое изображение закрепляется.



**Рис. 11.** Одноцилиндровый (а) и двухцилиндровый (б) варианты конструкции цветного лазерного принтера:

- 1 — ЭФГ-цилиндр; 2 — узел закрепления; 3 — узел очистки;  
4 — лазер; 5 — узел зарядки; 6 — узел проявления;  
7 — узел переноса; 8 — цилиндр переноса

Современные лазерные принтеры (ЛП) имеют большой рабочий ресурс работы (от 500 000 до 1 000 000 печатных листов). Тонер-картриджи (ТК) специально были выделены в отдельный съемный конструктив в большинстве ЛП, так как в них расположены элементы, требующие периодической замены после печати 3000–10 000 листов (одновременно с окончанием порошка тонера в заправочном бункере). При замене ТК нет необходимости заменять другие элементы ЛП, за исключением различных профилактических работ или при наличии тех или иных неисправностей ЛП.

Однако статистика показывает, что периодическая замена ТК не всегда обоснована, так как большинство составляющих его элементов имеет гораздо больший ресурс. Это позволяет использовать ТК еще долгое время, достаточно лишь заправлять его новым тонером, а также при необходимости очищать бункер отработанного тонера и производить другие профилактические работы. При условии исправности конструктивных элементов ТК количество его заправок новым тонером можно довести до 3–5 без ухудшения качества работы ЛП [3, 5].

## 2.2. Порядок обращения с порошком тонера

Тонер представляет собой пылеобразную смесь различных смол, графита, железного порошка и других компонентов. Для различных моделей ЛП и соответственно ТК состав тонера строго индивидуален. Приведем основные рекомендации по хранению и использованию порошка тонера.

Тонер следует хранить при комнатной температуре в плотно закрытом сосуде.

При использовании тонера обращают внимание на то, чтобы на него не попадала вода, особенно горячая. Следует избегать проведения работ с тонером вблизи открытого огня или нагревательных элементов. Несоблюдение этих правил может привести в лучшем случае к потере свойств тонера, а в худшем — к выгоранию.

Перед заправкой ТК для устранения комков емкость с порошком тонера следует энергично встряхнуть в течение нескольких секунд.

Следует избегать попадания порошка тонера в дыхательные пути и глаза, так как это может вызвать различные аллергические реакции. Поэтому при проведении работ с тонером желательно использовать средства защиты глаз (закрытые очки) и дыхательных путей (респиратор). Рабочее место должно как можно чаще проветриваться.

Нельзя использовать для заправки ТК порошок из бункера отработанного тонера.

Картридж заправляют тонером, рекомендованным для конкретного типа ТК.

Объем заправляемого тонера не может быть больше, чем необходимо. Для уточнения объема заправляемого тонера в ТК следует навести справки. Как правило, объем заправки указывается на емкости с тонером для одноразовой заправки.

## 2.3. Заправка ТК тонером

ТК, как правило, конструктивно состоят из двух половин, соединенных защелками или фиксирующими вставками, поэтому перед заправкой ТК его половины необходимо разъединить.

После этого берут половину ТК с пластмассовой пробкой, снимают ее плоскогубцами и в образовавшееся отверстие через воронку засыпают новый порошок тонера.

В случае использования картриджей без пластмассовой пробки порошок засыпают в открывшееся поперечное отверстие небольшими порциями по всей его длине. Пластмассовую пробку в этом случае не снимают.

ТК можно заправить тонером и без его разборки. Для этого на корпусе стенки бункера с тонером сверлят отверстие диаметром 8–12 мм и через него заправляют ТК. После заправки отверстие заклеивают скотчем. Очистку бункера с отработанным тонером можно производить также через просверленное в его корпусе отверстие.

### **Очистка бункера с отработанным тонером**

Если при заправке картриджа бункер с отработанным тонером и элементы картриджа не очищаются, ресурс ТК будет значительно снижен. Поэтому чистку бункера с отработанным тонером желательно проводить при каждой заправке картриджа. Бункер, как правило, находится на второй разъемной половине ТК. Чтобы очистить бункер, вначале осторожно снимают светочувствительный барабан (СБ), удалив фиксирующие его металлические вставки (расположены по бокам половины ТК). Светочувствительный барабан различных типов ТК может быть зеленого, голубого или розового цвета.

## **2.4. Правила обращения с СБ**

Со светочувствительным барабаном обращаются с особой осторожностью, чтобы не повредить нанесенное на него покрытие.

Не допускают нахождения СБ длительное время при ярком свете.

Нельзя касаться руками рабочей поверхности СБ, так как могут образоваться невидимые глазом жировые пятна, влияющие на качество печати.

Категорически запрещается использовать СБ, на котором видны следы разрушения покрытия. Обычно ресурса СБ хватает на 10 000–15 000 страниц.

После снятия СБ его необходимо очистить от спекшегося тонера. Чистку производят мягким материалом с нанесенным на него небольшим количеством тонера. СБ, снятый на время профилактики ТК, хранят в защищенном от света месте.

Из пружинных фиксаторов извлекают резиновый вал заряда (PCR), расположенный рядом с СБ. Вал очищают от бумажной пыли и остатков тонера с помощью мягкого материала. Ресурс вала PCR — около 30 000 страниц.

После этого снимают очищающий скребок СБ (металлическая пластина, на краю которой по всей длине закреплена вставка из мягкого пластика), под которым расположен собственно бункер с отработанным тонером. Очищают бункер от остатков тонера, также проверяют целостность пластиковой накладки скребка.

## **2.5. Проверка и чистка остальных элементов ТК**

Вначале проверяют целостность шестерен ТК, вручную проворачивая их. После этого жесткой кистью очищают шестерни от остатков спекшегося тонера. Особое внимание обращают на целостность элементов механизма перемешивания тонера (лопатка механизма находится внутри бункера с тонером).

На одной из половин ТК пылесосом очищают от тонера магнитный барабан (на этом элементе больше всего прилипшего тонера) и проверяют его на наличие вертикальных царапин. При необходимости заменяют поцарапанную внешнюю алюминиевую оболочку цилиндра барабана. Часто причиной указанных царапин является скопление различного мусора под пластиковой вставкой скребка (ракеля) магнитного барабана. В этом случае снимают скребок, пылесосом чистят его и полость под ним.

На некоторых картриджах необходимо проверить работоспособность элементов магнитного барабана. Для этого на половине ТК, на которой расположен сам магнитный барабан (бункер должен быть заправлен тонером), рукой проворачивают шестерню барабана в сторону от скребка. Поверхность барабана должна быть на вид бархатной (от прилипшего тонера) на всем протяжении при полном обороте шестерни.

После заправки ТК, проверки и чистки его элементов собирают в обратной последовательности обе половины картриджа. При сборке особое внимание обращают на целостность электрических контактов соответственно между контактными площадками на корпусе ТК и центральным стержнем валика РСР, корпусами СБ и алюминиевого цилиндра магнитного барабана.

## **2.6. Порядок выполнения заправки картриджей**

Для заправки ТК нужно иметь следующие приспособления и материалы:

- воронку с внутренним диаметром горловины около 1,5 см;
- тонкие плоскогубцы;

- 2–4 тонкие плоские отвертки;
- широкую плоскую отвертку;
- среднюю крестообразную отвертку;
- мягкую кисточку;
- пылесос с пластмассовой насадкой, имеющий плоское отверстие раструба;
- тканый материал (батист, байка).

На рабочее место, где будет заправляться картридж, следует постелить бумагу и иметь ее в запасе для последующей смены.

### **2.6.1. Порядок разборки ТК**

1. Отворачивают шурупы, расположенные в углублениях верхней половины ТК. Переворачивают картридж. Поочередно слева направо отгибают тонкой отверткой защелки, снизу широкой плоской отверткой приподнимают половину ТК вверх до тех пор, пока защелки не выйдут из зацепления.

2. Тонкой отверткой поочередно освобождают фиксирующие защелки, расположенные по бокам картриджа, и широкой отверткой приподнимают верхнюю половину ТК вверх до выхода указанных защелок из зацепления. После этого освобождают последнюю защелку, открывают и фиксируют предохранительную планку, закрывающую светочувствительный барабан, и с помощью плоской отвертки разъединяют половинки ТК. При этом из бункера обработанного тонера может посыпаться порошок.

3. Разъединяют картридж на две половины, ссыпают отработанный тонер на подложенный лист бумаги. Пылесосом и кисточкой очищают обе половины картриджа от прилипшего тонера.

4. Особое внимание обращают на чистоту резинового вала, СБ, скребков и шестерен. Резиновый вал РСР снимается и очищается тканым материалом.

5. Омметром проверяют надежность контакта между металлическим стержнем резинового вала РСР и контактной площадкой, расположенной с внешней стороны половинки ТК.

6. Отворачивают крестообразной отверткой шурупы крепления скребков магнитного барабана и СБ. Снимают и очищают от тонера скребки, а также очищают пространство под ними.

7. Если на СБ обнаружены участки спекшегося тонера, снимают барабан. Для этого тонкими плоскогубцами аккуратно вынимают боковой штырь крепления СБ, приподнимают край СБ, где был вынут

штырь, и, слегка покачивая, выводят из зацепления шестерню барабана, после чего снимают и сам барабан. Затем мягким тканым материалом с нанесенным на него небольшим количеством тонера с предосторожностями очищают СБ от спекшегося тонера. Если СБ безнадежно испорчен (на рабочей поверхности наблюдаются места разрушения селенового слоя), его нужно заменить. Рабочая поверхность СБ начинается, если отступить на 1–1,5 см от его краев, поэтому небольшие повреждения селенового слоя на краях в этих промежутках не критичны.

8. Проверяют целостность краев пластиковых вставок скребков. Собирают половину картриджа в такой последовательности: СБ, скребок магнитного барабана, скребок СБ. Установив скребки, убеждаются в том, что они плотно прилегают к СБ и магнитному барабану по всей длине.

9. Убирают половину ТК с расположенным на нем СБ в темное место или накрывают темным материалом.

10. Очистив и проверив элементы ТК, приступают к его заправке тонером.

### **2.6.2. Заправка ТК тонером**

После разборки ТК и чистки его элементов берут емкость с рекомендованным для данного типа ТК тонером и в течение 5–7 с энергично встряхивают ее. Если баночка с тонером полупрозрачная, то легко заметить, что после встряхивания объем тонера увеличился на 30–40%. Порошок тонера после этой процедуры становится очень текучим и легко рассыпается при заправке. Поэтому в процессе заправки, чтобы не испачкаться тонером, следует соблюдать меры предосторожности.

Открывают емкость с тонером и через воронку, слегка постукивая по корпусу баночки, маленькими порциями засыпают порошок в бункер в трех местах — сначала посередине, затем по краям до полного заполнения бункера. В разных источниках рекомендуемая масса засыпаемого тонера варьируется от 190 до 225 г. Воронку можно изготовить из любой толстой глянцевой бумаги, зафиксировав внешний край бумаги скотчем.

Очищают кисточкой половину картриджа от просыпавшегося тонера. Проверяют надежность крепления резинового валика и установки шестерни перемешивающего механизма. Перед установкой половины картриджа с СБ прокручивают вручную шестерню СБ. Барабан должен вращаться с небольшим (не чрезмерным) усилием. В против-

ном случае проверяют элементы крепления СБ и магнитного барабана, а также их шестерни.

Накладывают половину картриджа с СБ на половину с тонером и соединяют их, фиксируя защелки по периметру ТК. Особое внимание обращают на фиксацию защелок, которые расположены внутри накопительного бункера. Еще раз по периметру «прожимают» половинки картриджа между собой до фиксации защелок и закрывают СБ предохранительной планкой.

Проверяют правильность сборки картриджа, для чего переворачивают его наклейкой вверх и встряхивают влево-вправо, вперед-назад. Затем переворачивают картридж этикеткой вниз, отодвигают предохранительную планку и вращают шестерню СБ от себя (СБ в этом случае должен находиться справа). Шестерня должна вращаться с несколько большим усилием, нежели на отдельной половине картриджа. Важно, чтобы механизм не был заклинен, а СБ при вращении через 3–4 оборота был чистым, без следов тонера.

### **Вывод к главе 2:**

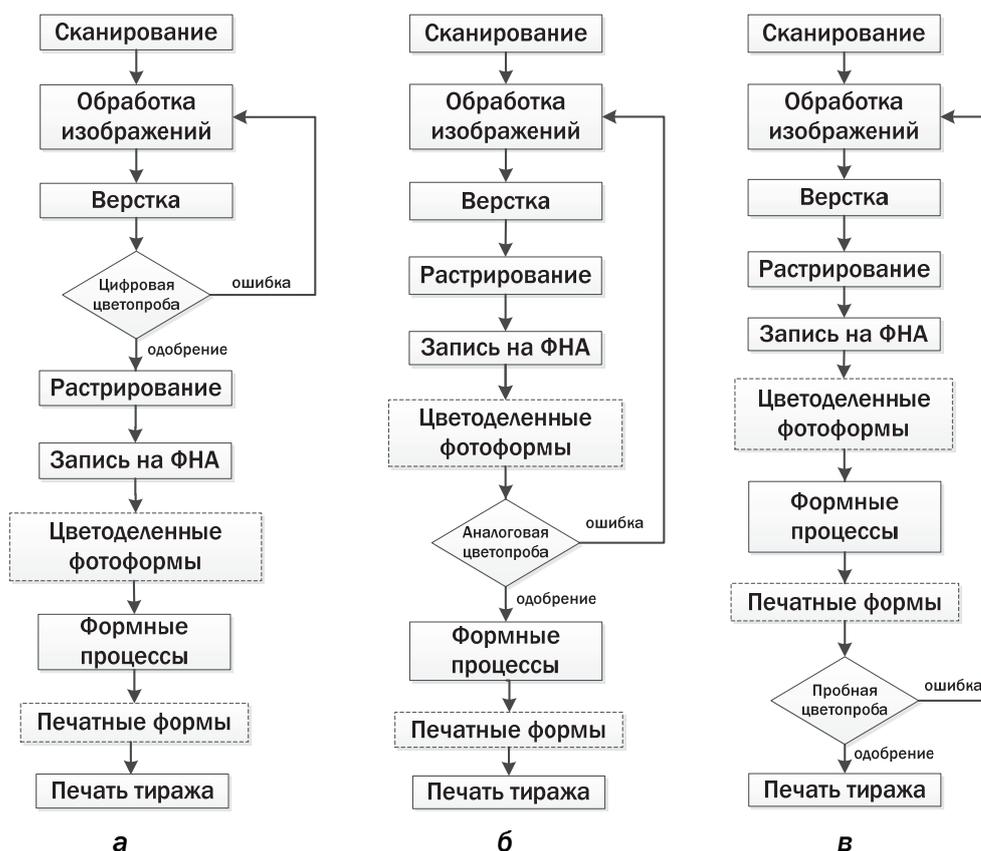
*Полиграфическое производство основано на физико-химических, фотографических и других процессах, с применением электроники, электронно-вычислительной и лазерной техники. Отличительной чертой является комплексное механическое и широкое автоматическое использование новейшего автоматического и электронного оборудования, применение поточных автоматических линий.*

*Наиболее прогрессивной формой являются автоматические процессы, они позволяют значительно повысить производительность, уменьшить число рабочих, улучшить качество продукции. Не всегда удается достичь полной автоматизации. В некоторых случаях не всегда экономично применять дорогие автоматические системы.*

# ВВОД И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

## 3.1. Цветопроба, ее виды и место в технологическом процессе репродуцирования

Цветопробы бывают экранными и на твердом носителе. За экранную цветопробу можно принять изображение на откалиброванном мониторе. При такой цветопробе можно говорить лишь о первоначальной визуальной оценке изображения, которая не является документом, подтверждающим правильность последующего репродуцирования.



**Рис. 12.** Варианты включения цветопробы в технологический цикл:  
 а — цветопроба после окончательной сверстанных полос до изготовления цветоделенных растровых форм; б — цветопроба непосредственно с фотоформ; в — цветопроба после изготовления печатных форм

Цветопробы на твердом носителе можно разделить на три вида: цифровую, аналоговую и пробную печать. Место цветопробы в технологической цепочке полиграфического предприятия не однозначно. Тем не менее, можно выделить три наиболее характерных варианта включения цветопробы в производственный процесс (рис. 12).

Первый вариант листа цветопробы осуществляется после окончательно сверстанных полос до изготовления цветоделенных растровых фотоформ (рис. 12, *а*).

Второй вариант — цветопроба непосредственно с фотоформ (рис. 12, *б*).

Третий — цветопроба (пробная печать) после изготовления печатных форм (рис. 12, *в*).

На любом из перечисленных этапов цветопроба должна максимально соответствовать будущему печатному оттиску.

В настоящее время наиболее часто применяемыми являются технологии получения цифровой и аналоговой цветопроб.

### **Цифровая цветопроба**

Цветные отпечатки, получаемые с целью оценки качества обработки и цветоделения изобразительной информации, называются цифровыми цветопробами.

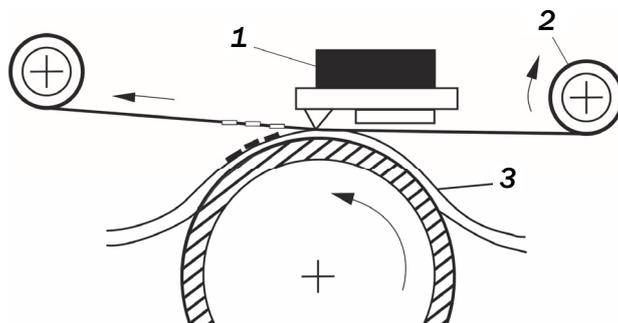
Особенность этой пробы состоит в том, что она выполняется с помощью печатающих устройств непосредственно с компьютера.

В настоящее время в качестве устройств для получения цифровых цветопроб используются принтеры, работающие с различными технологиями перенесения красочного пигмента на основу. Различают принтеры, работающие по принципу термопереноса, сублимационные, струйные, лазерные и принтеры на твердых чернилах.

В основу работы принтера с термопереносом положен перенос цветных красителей со специальной лавсановой пленки на бумагу под действием высокой температуры. Красители содержат в своем составе воскоподобное вещество, которое плавится при нагревании и позволяет красителю перейти с лавсановой подложки на бумагу (рис. 13).

В процессе печати на лавсановой подложке создается высокая температура в тех местах, где должно находиться изображение соответствующего цвета. Каждый цветной оттиск печатается в четыре прогона. Краски, используемые в таком методе, по цвету довольно близки к триадным, а отсутствие их смешения позволяет получить хо-

рошую цветопередачу. Разрешающая способность подобных принтеров обычно 300 dpi, при печати применяется специальная бумага.



**Рис. 13.** Схема термопередачи краски:  
1 — термоголовка; 2 — лента-носитель краски;  
3 — запечатываемый материал

### 3.2. Приборы для измерения качества полиграфической продукции

Известно, что уже много лет в полиграфии применяется денситометр для измерения оптической плотности. Обычно она обозначается латинской буквой *D*.

Однако до сих пор мало кто до конца понимает, что же конкретно этот специальный прибор измеряет и, главное, что именно надо им измерять. Более того, в последнее время ассортимент измерительных приборов значительно расширился, появились самые разные модификации и даже новые виды измерительных устройств, в технических характеристиках которых указываются десятки различных параметров, которые этот прибор может измерить.

Необходимо сразу оговориться, что напрямую практически ничего измерить нельзя. Все параметры, о которых может пойти речь, являются результатами математических вычислений. Фактически все измерительные приборы регистрируют лишь величину светового сигнала, отразившегося от измеряемого объекта (или прошедшего через него, если он прозрачный), а все дальнейшие данные устройство рассчитывает, используя разные методики.

Современные приборы могут представлять пользователю две группы данных: денситометрические и колориметрические. Денситометрические параметры (интенсивность света) не являются признаком цвета и могут измеряться денситометрами. Колориметрические данные представляют информацию о цвете объекта и могут измеряться

либо колориметрами, либо спектрофотометрами. Их главная задача — расчет цветовых координат и построение спектральной кривой измеряемого объекта. Большинство этих приборов могут получать координаты цвета в международных системах (XYZ, CIE Lab) и имеют схожие схемы строения. Основное же их отличие состоит в использовании электронных схем и алгоритмов расчета цветных координат, а также программного обеспечения для совместной работы с компьютером.

По принципу работы различают три типа измерительных приборов: денситометр, колориметр, спектрофотометр.

Однако по названию прибора далеко не всегда можно определить область его применения. Чтобы понять, какой именно прибор нужен в каждом конкретном случае, необходимо разобраться с теми параметрами, которые можно с его помощью измерить.

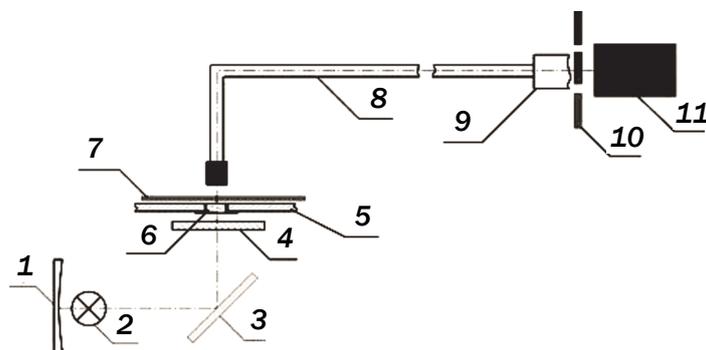
Измерительные приборы в полиграфии построены на нескольких давно известных в физике способах измерения цвета, которые можно условно разделить на три группы:

- 1) измерение интенсивности излучения;
- 2) измерение, основанное на принципах человеческого глаза;
- 3) измерение спектра.

Измерение интенсивности излучения. Это измерение так называемой «силы» (или интенсивности) излучения, отразившегося от измеряемого объекта (или прошедшего через него). Денситометр — простейший фотоэлектрический прибор, состоящий из фотодиода и фоторезистора или, например, фотоумножителя. Сила электрического тока (или напряжения), созданная фотоприемником, оказывается пропорциональной «силе» излучения, отразившегося от измеряемого объекта. После математической обработки можно судить об отражающих (или пропускающих) способностях измеряемого объекта. Прибор измеряет оптическую плотность  $D$ . Его особенность в том, что он не может реально измерить цвета, поскольку имеет всего один чувствительный элемент, который регистрирует лишь интенсивность излучения. Приборы такого типа широко используются для измерения нецветных объектов (прежде всего, фотоформ). Все денситометры, работающие как на отражение, так и на пропускание, состоят из оптико-механической части и измерительно-расчетного блока.

В денситометрах для работы в проходящем свете используются обычно лампы накаливания 2, свет от которых рефлектором направляется на зеркало 3, затем проходит через тепловой фильтр 4, сменную диафрагму 6 (с диаметром 1, 2, 3 мм) и попадает на фотоматериал 7, расположенный на предметном столике 5 денситометра. Далее по

световоду 8 через инфракрасный 9 или цветной светофильтр 10 попадает на фотоприемник 11, в качестве которого используются кремниевые полупроводниковые элементы (рис. 14).



**Рис. 14.** Схема денситометра для работы в проходящем свете

Постепенно денситометры приспособили и для измерения цветных объектов, в первую очередь, полей контрольных шкал. Ведь, по сути, неважно, какого они цвета. Необходимо определить, сколько на конкретном поле этой краски, т. е. знать, как изменится свет, отразившийся от измеряемого поля. По изменению (уменьшению) силы этого света можно косвенно судить о толщине красочного слоя, повлекшего изменение. Для выдачи значения в единицах плотности используется специальный вычислитель (в зависимости от устройства — цифровой или аналоговый) и фабричная настройка прибора. «Цветные» денситометры оснащены зональными светофильтрами, но чувствительный элемент у них один, поэтому измерение цвета они не проводят, а лишь регистрируют интенсивность заданного.

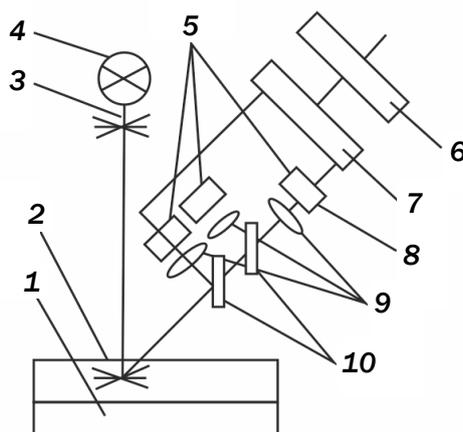
Принцип работы денситометров этого типа идентичен рассмотренному выше, только свет от нормированного источника проходит через светофильтры, которые выделяют спектр, контролируемый на оттиске краски (например, красный фильтр выделяет голубую составляющую, зеленый — пурпурную, синий — желтую), а фотоприемник измеряет коэффициент отражения, который пересчитывается в оптическую плотность.

Многие модели помимо значения оптической плотности могут вычислять некоторые другие параметры печати, например наложение красок или растискивание.

Измерение, основанное на принципах человеческого глаза. Как известно, в глазу человека есть специальные клетки-колбочки, которые реагируют только на определенную часть видимого спектра. Реально их существует три вида, каждый из них реагирует соответст-

венно на красное, зеленое или синее излучение. Имея, таким образом, набор из трех данных — красных (R), зеленых (G) и синих (B), человеческий мозг полностью восстанавливает информацию о цвете данного объекта. Именно по такому принципу и работает колориметр (colorimeter — «измеритель цвета») (рис. 15).

Отличие колориметрических измерений от измерений человеческим глазом состоит в том, что на показания прибора не оказывают влияния индивидуальные характеристики человеческого глаза, а все условия проведения измерений стандартизованы.



**Рис. 15.** Принципиальная схема колориметра:  
 1 — бумага; 2 — поверхность краски (измеряемый объект);  
 3 — световой луч; 4 — источник света;  
 5 — светоприемники; 6 — аналого-цифровой преобразователь;  
 7 — электронный умножитель; 8 — считывающая головка;  
 9 — зональные светофильтры; 10 — полупрозрачные стекла

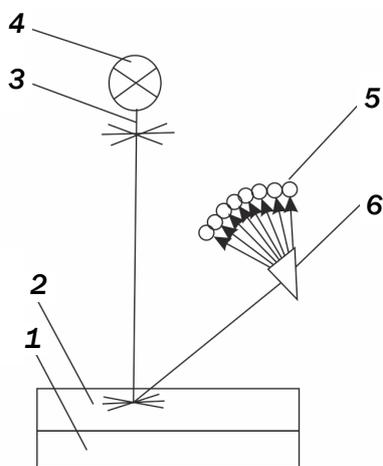
Луч света 3 от источника света 4 (лампа с цветной температурой, выбранной по соответствующим стандартам), отраженный от измеряемого объекта 2, с помощью двух полупрозрачных зеркал 10 (точнее, прозрачных на две трети), разделяется на три отдельных пучка. Каждый из них проходит через зональные светофильтры 9 (называются зональными, поскольку выделяют одну из зон спектра), а после попадает через светоприемники 5 в фотоэлектронный умножитель 7, который усиливает сигнал и посылает его на аналогово-цифровой преобразователь 6, который в свою очередь преобразует его в цифровой для последующей обработки микропроцессором прибора.

В результате прибор получает три значения (R, G, B), на основе которых рассчитывает различную информацию о конкретном цвете: сенситометрическую (оптическую плотность данного объекта), различные цветовые данные об измеряемом объекте (значения цвета в

различных цветовых моделях), а также сугубо «печатную» информацию (величину наложения цвета или параметры растискивания).

Портативные приборы такого типа в массовом производстве появились около 15 лет назад, хотя большие лабораторные колориметры существовали и раньше, но их использование в процессе печати было сильно ограничено из-за крупных габаритов, неудобства считывания информации и необходимости пересчитывать все вручную или при помощи таблиц. Приход портативных колориметров в полиграфию ознаменовал новый этап в качестве воспроизведения. Именно с их появлением можно говорить о стабильном и прогнозируемом качестве воспроизведения, а также возможности стандартизации печатного процесса.

Измерение спектра. Дальнейшее развитие измерительных устройств привело к появлению спектрофотометров. По принципу работы этот прибор во многом схож с колориметром, однако видимый спектр излучения разделяется не на три полосы, как в колориметре, а на гораздо большее количество (около 30). По сути, весь видимый спектр от 300 до 700 нм разделяется на 30 полос шириной 13,3 нм. Для деления используется либо дифракционная решетка, либо призма. Далее в каждой отдельной зоне с помощью фотоприемника производится замер интенсивности. Для этого используется либо матрица фотодиодов, либо подвижная схема развертки вокруг одного светочувствительного элемента (рис. 16).



**Рис. 16.** Принципиальная схема спектрофотометра:  
1 — бумага; 2 — поверхность краски; 3 — световой луч;  
4 — источник света; 5 — матрица фотоприемника;  
6 — призма или дифракционная решетка

Таким образом, прибор получает массив данных о цвете и обрабатывает их при расчете любой необходимой информации, как о цвете,

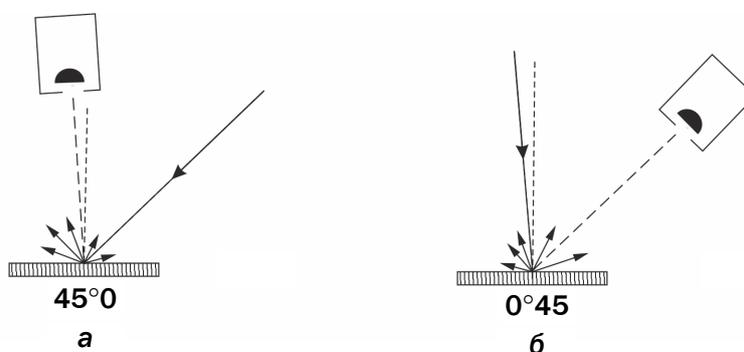
так и о параметрах печатного процесса. В некоторых случаях, если требуется точное воспроизведение цвета, спектрофотометры определяют величину отклонения цвета от оригинала, названную показателем цветовых различий  $\Delta E$ :

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a + a')^2 + (b + b')^2}, \quad (7)$$

где  $L, a, b$  — цветовые координаты оригинала;  $L', a', b'$  — координаты, полученные при измерении цветопробного оттиска.

Следует знать, что в соответствии с Европейским стандартом значение  $\Delta E$  не должно превышать 3. При больших значениях  $\Delta E$  становятся визуально заметны цветовые различия и выполненная работа может быть забракована заказчиком.

Геометрией измерения всех колориметрических приборов называется определенная направленность световых пучков, падающих на измеряемую поверхность и отражающихся от нее. Световой поток, отраженный или прошедший через материал, распространяется определенным образом, а его сила света зависит от направления наблюдения. На основании этих зависимостей Международной комиссией по освещению были установлены четыре основные нормы геометрии освещения и наблюдения. Наиболее часто в спектрофотометрах используется структура  $45^\circ / 0^\circ$  (рис. 17, а) и  $0^\circ / 45^\circ$  (рис. 17, б), что определяет ориентацию источника и приемника излучения по отношению к нормали.

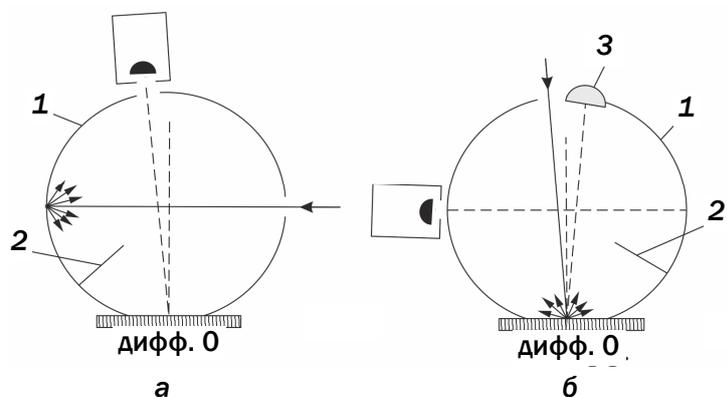


**Рис. 17.** Геометрия измерения

Для более точных измерений, а также для измерений, где происходит диффузионное отражение света от измеряемых поверхностей, используют так называемую интегрирующую сферу с геометрией измерения Дифф /  $0^\circ$  (рис. 18, а) и  $0^\circ$  / Дифф (рис. 18, б).

Интегрирующая сфера состоит из сферической поверхности, покрытой с внутренней стороны окисью магния или сульфатом бария, которые являются эталоном белого и поэтому идеально рассеивают

свет. Внутри сферы устанавливается экран или зеркальная ловушка 1, которая уменьшает возможность попадания прямого отраженного света на образец или стенку сферы. Насадка 3 улавливает или рассеивает прямой отраженный от измеряемой поверхности свет и выполняется соответственно с черной или белой поверхностью.



**Рис. 18.** Геометрия измерений с использованием интегрирующей сферы

Спектрофотометр и колориметр принципиальной разницы не имеют, однако за счет большего объема информации результаты вычисления спектрофотометра оказываются точнее и, кроме того, спектрофотометр с большей точностью работает со сложными для измерения объектами — светящимися или фосфоризирующими (например, экран монитора или специальные краски) [1, 3].

### 3.3. Ввод и обработка изобразительной информации

Существует большое многообразие способов и устройств ввода цифровых изображений в ЭВМ. Это могут быть цифровые камеры, оцифрованные видеоизображения, сканеры и т. д. Наиболее распространенный способ ввода и оцифровывания изобразительной информации для процессов репродуцирования — это применение планшетных и барабанных сканеров, при этом для получения качественного процесса репродуцирования необходимо учитывать следующие факторы:

- 1) линиятура сканирования;
- 2) шаг квантования и связанное с ним количество распознаваемых градаций оптической плотности.

Чем меньше линиятура сканирования (т. е. больше ширина сканируемой полосы), тем больше потери информации не только вследствие уменьшения количества распознаваемых точек на единице пло-

щади изображения, но и за счет определения оптической плотности элементарных площадок оригинала.

В процессе ввода оптических изображений в ЭВМ они подвергаются квантованию по уровню оптической плотности и дискретизации по площади. Дискретизированное изображение представляет собой совокупность элементарных площадок квадратной формы, имеющих различные оптические плотности. Оптическая плотность участка изображения, соответствующая каждому пикселу, преобразуется затем в цифровую форму. С уменьшением шага квантования увеличивается количество распознаваемых машиной градаций оптической плотности. При обработке введенной в ПЭВМ информации при достаточном объеме памяти машины можно удвоить линиатуру изображения путем выделения дополнительных строк между двумя соседними, причем оптическая плотность этих дополнительных строк будет равна средним значениям двух соседних. Такой прием программного повышения разрешения называется интерполяционным разрешением.

При этом количество информации об изображении не увеличивается, а лишь понижается его зернистость, что позволяет сглаживать границы растровой структуры и четче прорабатывать мелкие детали.

Основу построения систем ввода цифровых изображений составляет программный пакет, например LinoColor, позволяющий создавать системы сканирования, включающие в себя:

- 1) сканер;
- 2) рабочую станцию на базе компьютера, например ApplePower-Macintosh;
- 3) сам программный пакет LinoColor;
- 4) компьютерную сеть с сервером или без него;
- 5) различные устройства вывода изображений (принтеры, фотонаборные автоматы, цветопробы и т. д.).

Наиболее часто для репродуцирования применяются планшетные и барабанные сканеры.

В настоящее время выпускается большое количество различных моделей сканеров, начиная от недорогих настольных планшетных и заканчивая высокопрофессиональными производительными барабанными сканерами.

Цифровое изображение, полученное с помощью профессиональных сканеров и предназначенное для дальнейшего репродуцирования, занимает большой объем памяти (иногда сотни мегабайт).

Поэтому компьютеры, используемые в качестве рабочих станций для сканеров, должны обладать достаточной мощностью и производи-

тельностью, чтобы обеспечить обработку таких объемов информации, а также сетевыми возможностями, которые позволяют легко включать рабочую станцию в локальные сети других совместимых компьютеров. Рабочая станция обычно комплектуется двумя мониторами с диагональю экрана 21" и 15". 15-дюймовые мониторы — это системные мониторы для работы с программным меню, а 21-дюймовые — калиброванные по цвету мониторы, предназначенные для работы с цветными изображениями. В некоторых случаях высокая цветопередача этих мониторов позволяет использовать их в качестве экранной цветопробы. Как правило, это профессиональные мониторы известных фирм производителей (Barco, Miro).

Сам программный продукт используется для сканирования, коррекции цвета, ретуши, монтажа цветных изображений, цветоделения, вывода изображений на печать. Программа должна обладать рядом возможностей и инструментальных средств для общих и выборочных корректур, которые могут проводиться в разных цветовых системах (например, CIE Lab, CMYK), а также обеспечивать цветовую синхронизацию, т. е. полное цветовое соответствие оригинала, его изображения на экране монитора и печатном оттиске.

Таким образом, ряд программных пакетов в комплексе с компьютерами и сканером позволяет создать систему ввода изображений, их хранения, обработки и вывода.

### **3.4. Методы растривания изображений и аппаратные средства для их реализации**

В настоящее время широко известны рациональный и иррациональный методы растривания.

Рациональными называются числа, которые могут быть представлены в виде правильной дроби ( $1/2$ ,  $1/4$ ), а иррациональными — числа, представленные в виде непериодической бесконечной дроби ( $\sqrt{2}$ ).

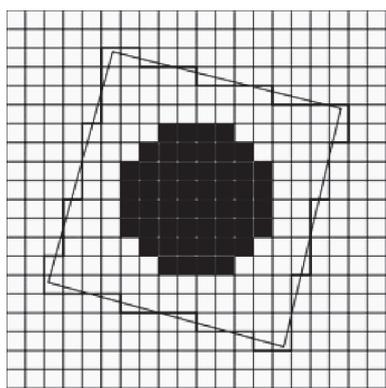
Рациональные способы растривания всегда связаны с матрицей, определяемой исходя из характеристик экспонирующего устройства.

В традиционной репродуктивной технологии рациональный метод реализуется с помощью стеклянных гравировочных контактных растров. При этом допускается использование углов только с рациональными значениями тангенсов и определенными ограничениями по числу линиятурами растра.

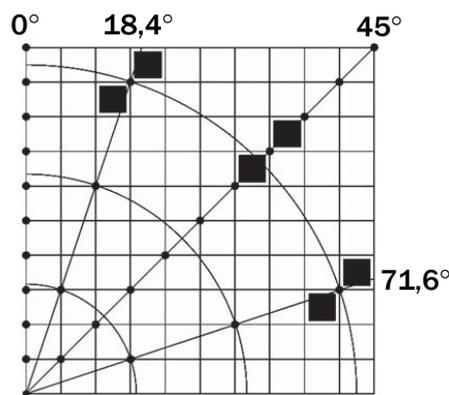
Углы поворота раstra для безмуаровой цветной печати и используемые линиатуры раstra были закреплены в нормативе DIN 16 547, который базируется на углах поворота 0, 15, 45, 75° (соответственно для желтой, голубой, черной и пурпурной красок).

С появлением электронного цифрового растривания возникли проблемы в реализации комбинаций из углов поворота раstra и его линиатуры. Эти проблемы заключаются в том, что реализация метода давала значительные отклонения от стандарта DIN и еще большие отклонения от применяемых на практике углов поворота и линиатур раstra. Так, например, углы поворота 15° и зеркальный 75° можно было получить путем построения ячейки с последовательностью шагов, соответствующих структуре 3:1 (рис. 19), однако полученные таким построением углы поворота соответственно получаются 18,4349 или 71,5651° ( $\arctg 1/3$ ), что значительно отличает их от углов, определенных стандартом.

Что же касается изменения линиатур раstra, то из рис. 20 видно, что при углах 0° и 45° наблюдается их существенное отклонение от заданных стандартом.



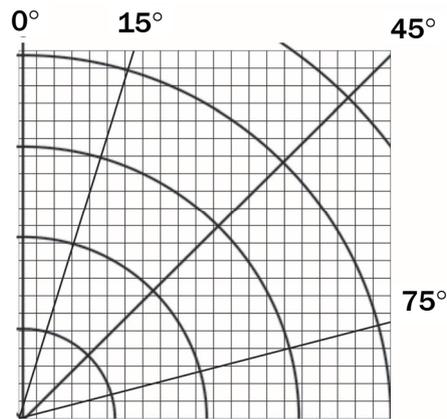
**Рис. 19.** Построение растровой ячейки с рациональным значением тангенса



**Рис. 20.** Изменение линиатуры раstra при рациональном растривании

Для решения этих проблем было предложено растривание с «суперячейкой». Для этого необходимо увеличить отдельную ячейку и выполнять вычисления на увеличенной базе. На рис. 21 показана увеличенная в три раза базовая ячейка, которая служит в качестве «суперячейки» для вычисления размеров.

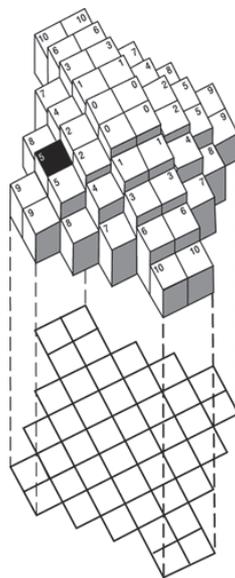
Как видно из приведенного рисунка, диагонали точно соответствуют требуемым углам 15 и 75°, а опорные точки всех четырех вершин суперячейки ближе всего лежат к диагонали углов, т. е. отклонения от углов поворота и линиатуры раstra внутри одного комплекта фотоформ очень незначительны.



**Рис. 21.** Увеличенная базовая ячейка

Очевидно, что отклонения от стандарта тем меньше, чем больше число элементов входит в суперячейку, так максимальная точность, соответствующая стандарту DIN, достигается при использовании «суперячейки», состоящей из 3000 и больше элементов.

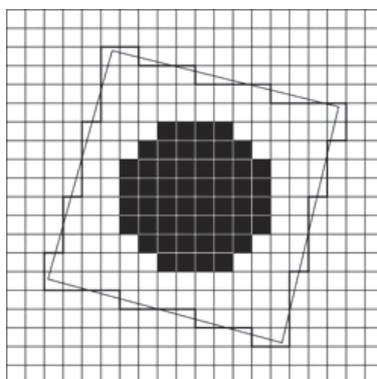
Иррациональный метод растривания, в принципе, лишен вышеприведенных недостатков рационального метода. Основой этого метода является матрица растровых точек, так называемая «растровая горка» из  $128 \times 128$  приращений, в которой задаются опорные (начальные) значения с 12-битным разрешением (рис. 22).



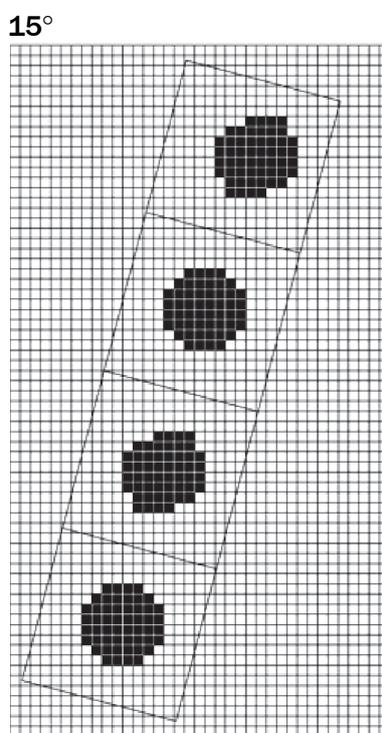
**Рис. 22.** Схема «растровой горки»

В иррациональном растривании стандартная точка при создании поверхности растра (не растровой ячейки) получается в местах пересечения линий внутри матрицы экспонирования. При этом растровая

ячейка ориентируется на требуемый стандартом угол поворота и линиятуру растра (рис. 23, 24) и может иметь различные варианты выполнения шагов для различных форм ячеек при заданном угле поворота растра.



**Рис. 23.** Растровая ячейка в IS-технологии

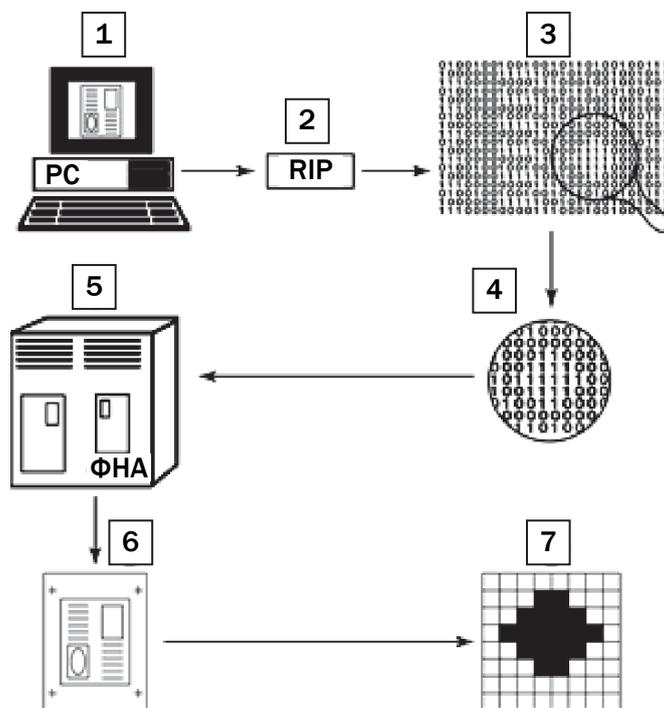


**Рис. 24.** Четыре растровые ячейки, расположенные под углом с иррациональным значением тангенса

Таким образом, иррациональная технология растривования принципиально отличается от рациональных методов растривования, с которыми работали пользователи классического PostScript-RIP [6].

Для того чтобы воспроизвести изображение в растровом виде, например, с помощью фотонаборного автомата, рекордера или машины

прямой цифровой печати, современные методы растрирования предполагают предварительное преобразование этих изображений в так называемую матрицу экспонирования. Она представляет собой массив данных из нулей и единиц, сформированных в виде математической матрицы. Преобразование информации изображения в матрицу экспонирования осуществляется растровым процессором (RIP) (рис. 25). Различают аппаратные, программные и аппаратно-программные RIP.



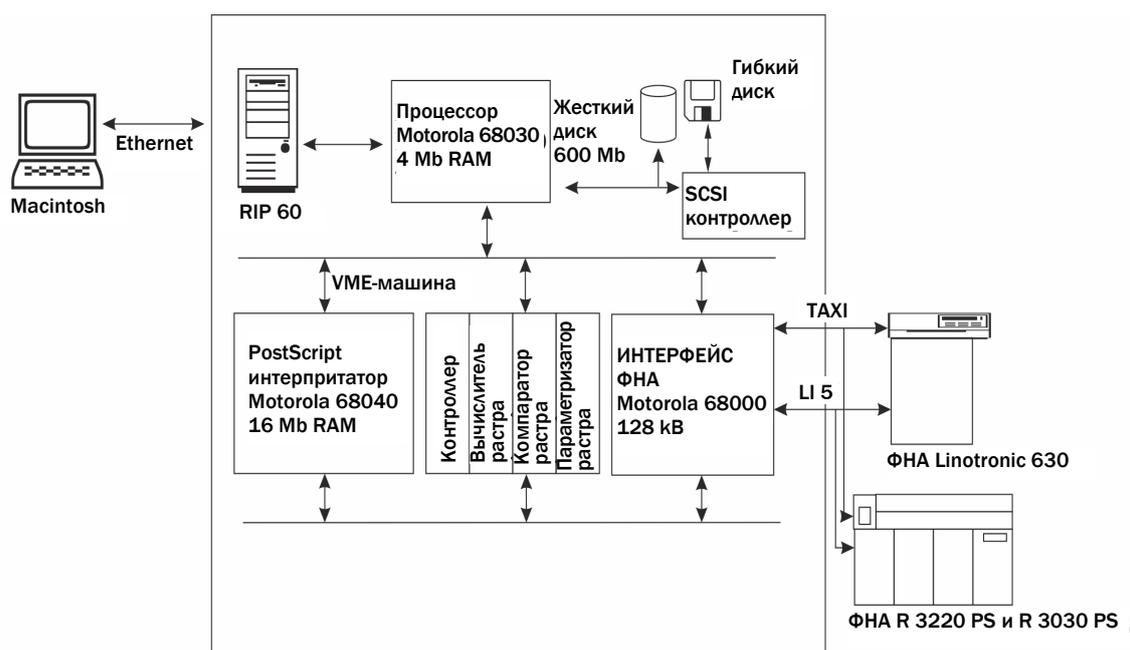
**Рис. 25.** Схема подготовки матрицы экспонирования

Архитектура классического PostScript — RIP базируется на одной плате, одном главном микропроцессоре (иногда он дополняется аппаратным обеспечением для вычисления раstra и передачи данных) и одном дополнительном диске. В противоположность такой «одноплатной» архитектуре — RIP 60, реализующий иррациональный метод раstra, полностью построен по модульному принципу и сконструирован с учетом будущих модификаций.

Предложенный растровый процессор RIP 60 (рис. 26) наряду с иррациональным методом растрирования имеет также ряд преимуществ:

- модульное построение для возможного расширения и модернизации с учетом будущих новинок, которые предсказываются в области PostScript; увеличение в 2–4 раза разрешающей способности фотонаборного автомата для оптимизации формы растровой точки и повышения числа градаций воспроизведения серого;

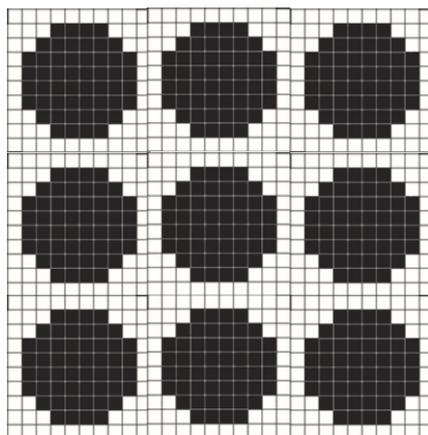
- точка эллиптической формы (LinoDot), которую в сочетании с соответствующим математическим обеспечением можно поворачивать в интервале углов 60 и 30°;
- дополнительный поворот на угол 7,5° для преобразования между способами печати офсет / глубокая печать и для флексографской печати;
- значительное повышение скорости обработки благодаря автоматизации для оптимизации формы растровой точки и повышению числа градаций воспроизведения серого;
- несложный иррациональный алгоритм растривания.



**Рис. 26.** Модульное построение RIP 60

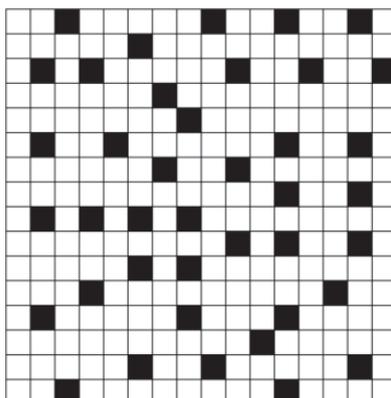
Используемые в обычной репродуктивной технике устройства производят запись иллюстраций, предварительно их растрируя.

Точки раstra представляют собой совокупность микроточек, размер которых равен диаметру сканирующего пятна. Обычно растровые точки полутонового изображения представляют методом растривания, основанным на использовании суперячейки, состоящей из 16×16 микроточек. При этом возможное число градаций серого соответствует 256. Печатные элементы (рис. 27) могут представлять собой точки различного размера, центры которых образуют регулярную решетку. В этом случае частота расположения печатных элементов постоянна по всему полю. Подобные структуры отисков называют амплитудно-модулированными (АМ).



**Рис. 27.** Амплитудно-модулированный растр (12,5%)

Отношение величин запечатываемой и пробельной площади можно варьировать, не изменяя размеры элементов, а лишь управляя расстоянием между ними. Такие оттиски относятся к частотно-модулированным (ЧМ). В последнее время к частотно-модулированным структурам принято относить оттиски, печатные и пробельные элементы на которых расположены нерегулярно, хотя они характеризуются по существу смешанной АМ/ЧМ модуляцией, т. е. изменением как площади, так и частоты. Это так называемое стохастическое растривание. При такой частотно-модулированной технологии количество экспонированных пикселей, необходимых для получения конкретного оттенка серого, равно количеству пикселей в полутоновой ячейке амплитудно-модулированного растра, но при этом пиксели распределяются по некоторому случайному принципу (рис. 28). В технологии амплитудно-модулированного растривания присутствуют два фактора, которые ухудшают качество репродуцирования изображения: муар и розетки.

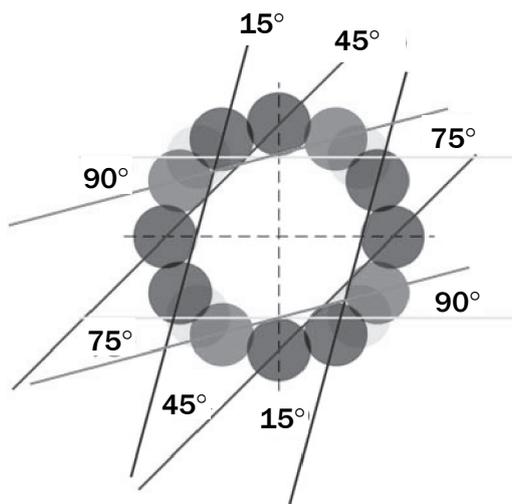


**Рис. 28.** Частотно-модулированный растр (12,5%)

Технологически многокрасочная печать получается наложением растровых решеток друг на друга, что вызывает интерференционное взаимодействие, в результате которого появляется вторичный рисунок в виде светлых и темных полос. Это так называемый муар многокрасочной печати. Он имеет постоянное частотное значение и присутствует на изображении по всему полю независимо от того, что изображено на отдельных участках иллюстрации. Его заметность определяется контрастом, который может быть разным в пределах рисунка и зависеть от тона цвета и характера рисунка.

Некоторые виды муара возникают при взаимодействии раstra с периодическим мелкоструктурным рисунком на изображении (текстурой). Собственный муар появляется при взаимодействии раstra с решеткой синтезируемого изображения, например, особенно ярко проявляется муар при вторичном растривании тоновых изображений, перепечатаваемых из различных уже вышедших изданий. Две последние разновидности муара имеют место уже на черно-белой репродукции. В цветной тоновой печати они являются как бы дополнительными, и их заметность может усиливаться или ослабляться основным муаром, что усложняет их теоретический анализ и визуальную оценку.

В амплитудно-модулированной технологии растр каждой цветовой составляющей имеет свое значение угла поворота. При совмещении этих повернутых на определенный угол растров растровые точки собираются в так называемые розетки — круговые структуры, в которых точки каждой отдельной цветовой составляющей повторяются через каждые  $90^\circ$  (рис. 29).



**Рис. 29.** Структура розетки

Растровые точки монохромных изображений не являются видимыми при линиатуре 170 lpi и выше. Таким образом, именно эти значения следует выбирать для печати большей части изображений без риска ухудшить их качество.

Основными путями предотвращения явления муара и розеток являются:

- 1) точное совмещение растровых решеток цветоделенных форм;
- 2) поворот растровых решеток друг относительно друга на большие углы;
- 3) использование технологий частотно-модулированного растрирования с применением нерегулярного распределения пикселей.

При точном угловом совмещении двух изображений необходимо добиваться, чтобы расстояние между соседними муаровыми полосами превышало размеры рисунка, тогда эта структура не проявится на двухкрасочном изображении.

Следует отметить, что печать «точка в точку» нашла в последние годы практическое применение в тех системах цифровой печати и цветопроб, где краски наносятся на подложку в едином краскопрого-не. Например, в некоторых струйно-капельных системах с компактным расположением четырех красочных аппаратов в одной печатной секции. Отклонения в угловой или параллельной приводке листа ведут лишь к смещению всей иллюстрации на оттиск, а муар и розетки, а также нестабильность тона и цвета исключаются.

Рациональным путем уменьшения влияния муара на качество многокрасочного изображения является поворот растров разных цветов на различные большие углы. Так, при двухкрасочной печати период муара минимален при углах  $90^\circ$ ,  $45^\circ$  и  $30^\circ$ . При наложении третьей краски ее структура взаимодействует со структурой первых двух красок, поэтому углы поворота ее могут быть  $45^\circ$ ,  $22,5^\circ$  и  $15^\circ$  соответственно. Для наложения четвертой (черной) краски остаются углы  $135^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $45^\circ$ .

Чтобы исключить заметность ступенчатой структуры изображения, самую светлую краску — желтую — печатают не под углом  $0^\circ$ , а поворачивают ее иногда на угол, равный  $7,5^\circ$ . Относительно него и поворачивают растры остальных трех красок.

Случайная растровая структура создается двумя основными способами: путем применения растровых элементов случайных размеров и форм, а также путем случайного распределения пикселей различной оптической плотности на площади растрового элемента.

В этих способах, благодаря квазислучайному методу распределения экспонируемых пикселей, отсутствует понятие линиатуры и пово-

рота растров цветowych составляющих на определенный угол. В результате этот способ вообще не формирует розеток и в нем отсутствует раздражающий глаз муар. Его используют для работ, к качеству которых предъявляются повышенные требования.

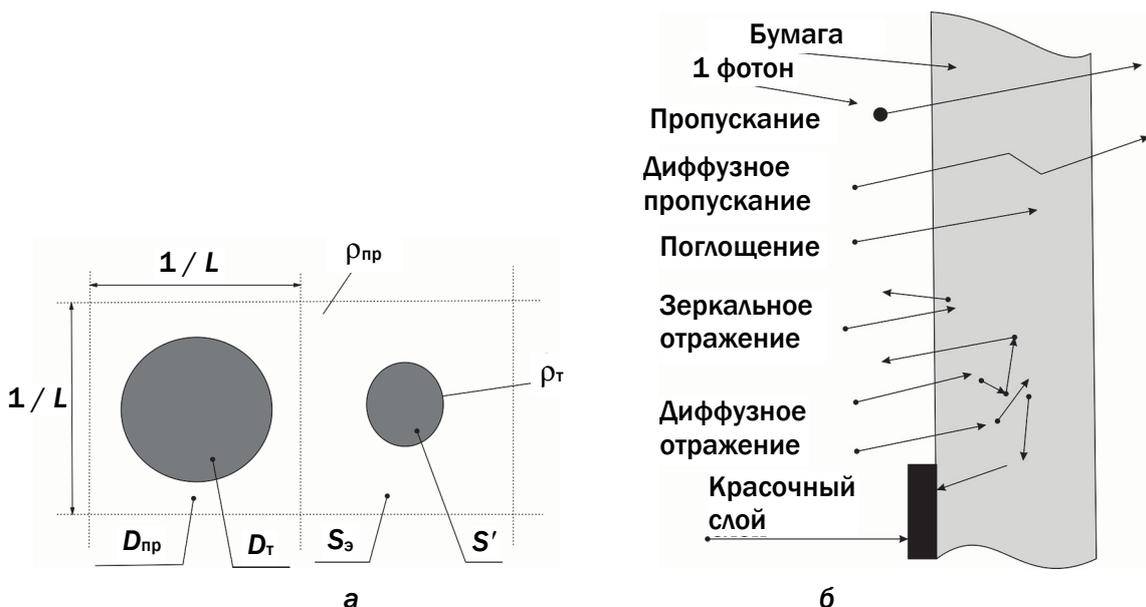
Значение оптической плотности определяется процентным заполнением растровой точки микроточками и аналитически выражается формулой Шеберстова – Муррея-Девиса.

Для определения связи между усредненным коэффициентом отражения и площадями точки и пробела рассмотрим главный параметр растрового изображения — относительную площадь печатных (растровых) точек.

Она определяется следующим отношением:

$$S = S'/S_e = S'L^2, \quad (8)$$

где  $S$  — относительная площадь печатных элементов (растровых точек),  $S'$  — абсолютная площадь,  $S_e$  — единичная площадь (ячейка) растрового изображения,  $L$  — линиатура (рис. 30).



**Рис. 30.** Схема определения площади единичной ячейки растрового изображения: а — печатные элементы растровой решетки; б — схема оптического растискивания

Так как  $S_e$  обратно пропорциональна квадрату растровой линиатуры  $1/L$ , то

$$S = S'L^2. \quad (9)$$

Коэффициент отражения  $\rho_{\text{ср}}$ , усредняемый по этой площади зрением или измерительной диафрагмой прибора, охватывающим десятки и сотни запечатанных и пробельных элементов, определяется как

$$\rho_{\text{ср}} = S\rho_{\text{т}} + (1 - S)\rho_{\text{п}}, \quad (10)$$

где  $\rho_{\text{т}}$  и  $\rho_{\text{п}}$  — коэффициент отражения соответственно точки (красочного слоя) и подложки.

Поскольку по определению оптическая плотность выражается отрицательным логарифмом коэффициентов отражения (пропускания), то можно записать

$$\rho_{\text{т}} = 10^{-D_{\text{т}}}, \quad \text{а } \rho_{\text{п}} = 10^{-D_{\text{п}}}, \quad (11)$$

где  $D_{\text{т}}$  — оптическая плотность точки (красочного слоя);  $D_{\text{п}}$  — оптическая плотность подложки.

Отсюда усредненная оптическая плотность выразится как

$$D = -n \lg(10^{-D_{\text{т}}} S + 10^{-D_{\text{п}}} (1 - S)). \quad (12)$$

Полученное выражение носит строго аналитический характер. Очевидно, что при отсутствии печатных элементов ( $S = 0$ )  $D = D_{\text{п}}$ , а на сплошном красочном слое ( $S = 1$ )  $D = D_{\text{т}}$ .

Вывод этой формулы предполагает линейную зависимость между усредненным коэффициентом отражения и площадями точки и пробела.

Строгий анализ оптической плотности растрированных изображений с учетом рассеяния света в бумаге дает формула Юла – Нильсона, включающая эмпирический коэффициент:

$$D = -n \lg \left( 10^{-\frac{D_{\text{т}}}{n}} S + 10^{-\frac{D_{\text{п}}}{n}} (1 - S) \right). \quad (13)$$

Этот коэффициент учитывает, что красочный слой краев запечатанных элементов поглощает также часть света, вошедшего через пробел и подвергнутого в толще бумаги рассеиванию в сторону этих элементов, вызывая их кажущееся увеличение, которое называется оптическим растискиванием. Рис. 30, б объясняет его, исходя из поглощения красочным слоем печатного элемента части света, вошедшей в бумагу через пробел и подвергшейся диффузионному отражению.

С уменьшением абсолютных размеров точек влияние этого поглощения возрастает, поэтому с ростом линейности растра от 25 до 120 лин./см значение коэффициента  $n$  увеличивается от 1 до 3. С учетом тех или

иных особенностей в печати впоследствии предполагались и другие выражения, а также способы определения коэффициента  $n$ .

Повышение разрешающей способности печати усилило влияние эффекта оптического растискивания. Уменьшение абсолютных площадей печатных и пробельных элементов до 7–15 мкм, использование нерегулярных растровых структур усложнило геометрию красочного слоя на оттиске, а печатающие и пробельные элементы предельно малых размеров стали влиять на тон и цвет не только в «высоких светах» и «глубоких тенях», но и по всему интервалу полутонов. Поэтому разработка аналитических моделей, позволяющих рассчитать оптические плотности, продолжается и в настоящее время.

Исходя из выражения (13), определим площади  $S$  по трем упомянутым измеренным плотностям:

$$S = \frac{10^{-D} - 10^{-D_n}}{10^{-D_r} - 10^{-D_n}} 100\%. \quad (14)$$

Это выражение дает значение так называемой кажущейся площади точки, т. к. включает оптическое растискивание, имевшее место при измерении  $D$ .

### **3.5. Общие сведения и техническая характеристика сканеров**

*Сканеры* — устройства, предназначенные для ввода в компьютер изображений в оцифрованном виде. При считывании изображений с помощью сканера происходит их дискретизация в виде отдельных точек (пикселей), затем определяется их оптическая плотность, которая представляется в двоичной цифровой форме. Таким образом, каждый пиксель оцифровывается и вводится в компьютер, формируя изображение.

Основными параметрами технической характеристики сканеров являются: разрешение, или разрешающая способность; глубина цвета; порог чувствительности; динамический диапазон оптических плотностей; максимальные размеры сканирования и коэффициент увеличения.

*Разрешение (разрешающая способность)* — величина, характеризующая количество считываемых элементов изображения на единицу длины. Обычно эту величину определяют и указывают в точках на дюйм. Разрешающую способность сканера разделяют на физическое и интерполяционное разрешение. Физическое разрешение характеризует конструктивные возможности сканера в оцифровке изображения по

горизонтали и вертикали. Горизонтальная разрешающая способность сканера характеризует максимальный объем дискретной информации, вводимой с помощью оптической системы сканера, и часто называется оптическим разрешением. Для планшетных сканеров, имеющих фиксированное фокусное расстояние, эта величина определяется как отношение количества отдельных светочувствительных элементов в линейке (или линейках) фотоприемника к максимальной ширине рабочей области сканера и характеризует шаг дискретизации сканируемого изображения по горизонтали.

Высокое значение оптического разрешения достигается за счет увеличения плотности считывающих светочувствительных элементов в фотоприемнике или одновременного использования нескольких фотоприемников.

Вертикальную разрешающую способность, некоторыми авторами также называемую механической, определяют как расстояние, на которое с помощью шагового механизма смещается сканирующая головка по вертикали, иначе говоря, разрешение в вертикальном направлении определяется скоростью перемещения оригинала относительно фотоприемника. При уменьшении скорости увеличивается разрешение сканирования, а чем выше разрешающая способность сканера, тем детальнее будет считана информация с оригинала.

В проекционных сканерах, а также цифровых фотоаппаратах оптическое разрешение обычно выражается не в точках на дюйм, а в точках, поскольку степень детализации зафиксированного ими изображения зависит от удаленности объекта, а для фотоаппаратов — и от размера фотокадра.

Разрешающая способность барабанных сканеров выражается, как и оптическое разрешение, в точках на дюйм и зависит от характеристик шагового двигателя, апертуры объектива, а также от яркости используемого источника света и максимальной частоты вращения барабана.

Во многих сканерах предусматривается возможность программного повышения разрешения — интерполяционное разрешение. При интерполяции сканер считывает с оригинала графическую информацию на пределе своего физического разрешения и включает в формируемый образ изображения дополнительные элементы, присваивая им усредненные значения цвета соседних реально считанных точек. Несмотря на то, что алгоритмы интерполяции не добавляют деталей в изображение, применение подобной технологии позволяет сглаживать границы растровых объектов, четче прорабатываются мелкие детали,

т. е. интерполяционное разрешение не повышает детализацию изображения, а лишь понижает его зернистость. Оно производится с помощью специального программного обеспечения.

Легко выполняется интерполяция между смежными точками вдоль горизонтальной линии сканирования, поскольку сканер получает информацию о ней в полном объеме. Сложнее выполнять интерполяцию вдоль вертикальной оси, так как для этого необходимо сканировать несколько горизонтальных линий.

Поэтому для интерполяции в процессе сканирования важно, чтобы вертикальное (механическое) разрешение превышало горизонтальное (оптическое).

Глубина цвета — это количество битов, которые сканер может назначить при оцифровывании точки. Сканер с глубиной точки 1 бит может регистрировать только два уровня — белый и черный, сканер с глубиной точки 8 бит может регистрировать уже 256 уровней, 12 бит — 4096 уровней.

При считывании изображения аналогового сигнала, характеризующий значение оптической плотности, преобразуется в цифровой эквивалент, являющийся дискретным по множеству принимаемых значений. Для 8-разрядного преобразования ( $2^8$ ) таких значений дискретизации всего 256, а для 12-разрядного ( $2^{12}$ ) — 4096. Во всех случаях преобразование аналогового сигнала в цифровую форму дает ошибку округления, называемую шумами квантования, и эта ошибка зависит от уровня дискретизации сигнала. Поэтому важным параметром всех без исключения сканеров является количество информации, приходящейся на один цвет.

Следует отметить, что в некоторых сканерах используются 10-битовая или 16-битовая шкала градаций яркости. Однако все программы обработки изображений, включая PostScript-приложения, оперируют 8-разрядными данными, кроме того, вывести на печать свыше 256 оттенков серого цвета не удастся. Поэтому единственное преимущество этих сканеров заключается в возможности использования избыточной информации для предварительной программной настройки тоновой кривой.

Порог чувствительности. При полутоновом сканировании яркость каждой точки может принимать одно из множества возможных значений градаций яркости, а при бинарном — только одно из двух. В бинарном режиме сканер преобразует данные путем сравнения их с определенным порогом (уровнем черного). Чтобы преобразовать полутоновое изображение в бинарное, сканер должен «знать» уровень

(число), выше которого точка считается белой (0), а ниже — черной (1). Этот уровень и называется порогом чувствительности.

Динамический диапазон оптической плотности сканера характеризует его способность различать переходы между смежными тонами на изображении. Понятие оптической плотности  $D$  используется для характеристики поглотительной способности непрозрачных (отражающих) оригиналов и степени прозрачности оригиналов и выражается через десятичный логарифм:

$$D = \lg(1 / \tau) = -\lg\tau; D = \lg(1 / \rho) = -\lg\rho, \quad (15)$$

где  $\tau$  — коэффициент пропускания,  $\rho$  — коэффициент отражения.

Известно, что при  $\rho, \tau$ , равными 0,1, оптическая плотность  $D = 1$ , а при  $\rho, \tau = 0,01$   $D = 2$ , при  $\rho, \tau = 0,001$   $D = 3$  и т. д.

На практике, в силу несовершенства оптической системы сканеров, значения параметров оптической плотности реальных устройств сканирования всегда ниже теоретически возможных, и поэтому динамический диапазон сканера определяется как разность между оптической плотностью самых темных  $D_{\max}$  и самых светлых  $D_{\min}$  тонов, которые он может реально различать.

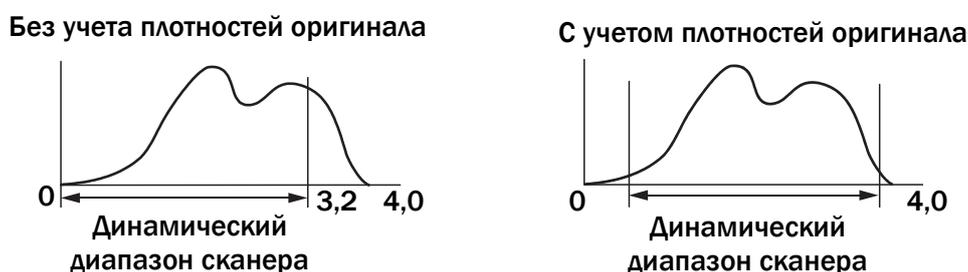
Чем шире динамический диапазон сканера, тем больше градаций яркости он сможет распознать и соответственно зафиксировать большее число деталей изображения. Практически невозможно получить цифровое изображение с плотностью тона, превышающей 4,0. Видимо, исходя из этого, диапазон оптических плотностей сканера в основном ограничивают именно этим значением.

Некоторые сканеры имеют функцию автокалибровки, т. е. настройки на динамический диапазон плотностей оригинала. Рассмотрим конкретный случай. Например, сканером, имеющим оптический диапазон плотностей 0–3,2, необходимо отсканировать оригинал, имеющий максимальную оптическую плотность 4. Сканер, обладающий функцией автокалибровки, в результате предварительного анализа оригинала сдвинет свой динамический диапазон и тем самым минимизирует потери в «теньях» за счет несущественных потерь в «светах» (рис. 31).

*Область сканирования* — это максимальный размер оригинала в дюймах или миллиметрах, который может быть сканирован устройством. Иногда принимают также термин «максимальный формат».

Коэффициент увеличения показывает, во сколько раз можно увеличить изображение оригинала в процессе сканирования (обычно в процентах). В зависимости от типа и класса сканера требуемый коэффициент увеличения либо определяется автоматически, либо устанавливается

ливаются пользователем перед сканированием. В автоматическом режиме драйвер сканера вычисляет требуемое входное разрешение, учитывая размер оригинала и выбранный коэффициент увеличения.



**Рис. 31.** Учет распределения плотностей оригинала

Существует математическая зависимость разрешающей способности  $R$  в точках на дюйм (dpi), с учетом которой необходимо сканировать оригинал для получения заданного качества:

$$R = LKM, \quad (16)$$

где  $L$  — линиатура полиграфического раstra, с которым будет производиться дальнейшая печать,  $K$  — коэффициент качества, лежащий в пределах от 1,5 до 2;  $M$  — коэффициент увеличения изображения.

### 3.5.1. Основные элементы конструкции сканеров

Основными элементами и устройствами, входящими в состав сканера, являются: источник света, фотоприемники, оптико-волоконные световоды, микрообъективы и объективы, светоделительные призмы и зеркала, светофильтры. В качестве источника света в сканерах используются лампы накаливания, люминесцентные, металлогалогенные и ксеноновые лампы и лазеры.

Отличительная особенность тепловых излучателей состоит в непрерывности и плавности спектра излучения. Для характеристики цветности излучения теплового излучателя пользуются понятием цветовая температура  $T_{\text{цв}}$ .

Так, цветовая температура дневного света составляет 6500 К, лампы накаливания с вольфрамовой нитью — 2450 К, дуговой лампы — 5500 К. Это значит, что абсолютно черное тело, нагретое до таких температур, испускает такое же излучение, что и перечисленные источники.

Лампы накаливания, применяемые в сканерах, должны отвечать ряду специальных требований, так как являются частью точной оптической системы. Поэтому для них нормируются положение светового

центра накала, его размеры. К лампам предъявляют повышенные требования в отношении качества стекла колб, размеров, формы и расположения тела накала, конструкции цоколя. К ним относятся также лампы накаливания с йодным циклом. Колбы этих ламп изготавливают из кварцевого стекла. Их преимущества перед обычными лампами накаливания состоят в том, что срок службы у них значительно выше, а габаритные размеры значительно меньше.

Люминесцентные лампы обладают более высокой экономичностью и большим сроком службы по сравнению с лампами накаливания. Люминесцентные лампы со специальным подбором люминофоров излучают свет, близкий к дневному свету (белому). Такая лампа представляет собой цилиндрическую стеклянную трубку с нанесенным на нее люминесцентным слоем, на обоих концах которой впаяны ножки. Внутри трубки на цоколе укреплены электроды в виде двойных вольфрамовых спиралей, покрытых слоем окиси бария. В баллон лампы вводят несколько миллиграммов ртути, в которой и происходит газовый разряд. Для его улучшения и получения более широкого спектра излучения в лампу вводят инертные газы (аргон, криптон).

Металлогалогенные лампы излучают свет, близкий к дневному, что позволяет использовать их при цветоделительных работах, обладают высокой интенсивностью, большой светоотдачей, имеют длительный срок службы.

Ксеноновые лампы относятся к разряду источников света высокой интенсивности. В них используют в качестве газовой среды тяжелый инертный газ ксенон, который дает разряд при больших плотностях тока и высоких давлениях. Излучение разряда ксенона образует непрерывный спектр, приближающийся к спектру солнечного света. Их используют в качестве источников света для фоторепродукционных работ и в анализирующих устройствах сканеров.

Лазер как источник света используется только в черно-белых сканерах, так как дает монохроматическое световое излучение. В ряду с другими источниками света применяются маломощные газовые лазеры: гелий-неоновые и аргоновые.

Фотоприемники. В сканерах плоскостного и проекционного типов, как правило, применяются приборы с зарядовой связью (ПЗС), а в барабанных — фотоэлектронные умножители и фотодиоды. Фотоприемник на основе ПЗС — это электронное устройство, состоящее из множества крошечных светочувствительных элементов, которые формируют электрический заряд, пропорциональный интенсивности падающего на них света.

Работа ПЗС основана на свойстве конденсаторов МОП-структуры (металл — оксид — полупроводник) собирать и накапливать пакеты неосновных носителей зарядов в локализованных потенциальных ямах на границе кремний — оксид кремния.

Причем именно воздействие света приводит к появлению электронно-дырочных пар и накоплению неосновных носителей (электронов) в потенциальной яме. Накопленный заряд пропорционален освещенности и времени накопления. Направленная передача накопленных зарядов в ПЗС от одного МОП-конденсатора к близко расположенному соседнему производится продольным электрическим полем между затворами при подаче на второй затвор более высокого напряжения (рис. 32).

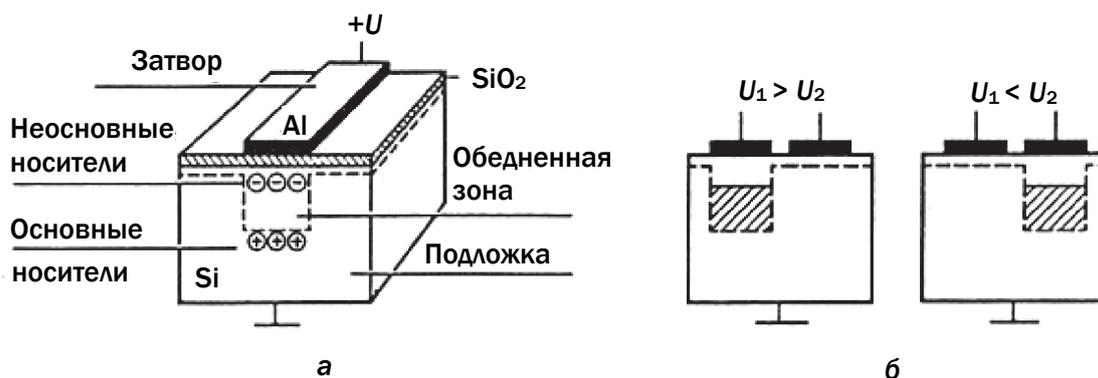


Рис. 32. Устройство линейки ПЗС

В ПЗС процессы накопления зарядов и их считывание разделены во времени. Развертка производится в промежутки времени, соответствующий обратному ходу. При этом одновременное перемещение зарядов вдоль линейки происходит от первой ячейки слева направо, а сигнал изображения на выходе получается в обратном порядке, начиная с последней ячейки строки. Таким образом, осуществляется самосканирование — передача информации за счет зарядовой связи путем изменения глубины потенциальных ям под электродами МОП-конденсаторов. Рассматриваемая развертка в направлении строки в сканерах сочетается с механическим перемещением оригинала в перпендикулярном направлении (в направлении кадра). Разработаны линейки, имеющие 8000 ячеек в строке, размер ячейки — 20 мкм. Размер ячейки ПЗС является критичным параметром, от него зависит не только разрешающая способность сканера, но и максимальная величина удерживаемого заряда, которая определяет его динамический диапазон. Увеличение разрешающей способности сканера ведет к сужению его динамического диапазона, т. к. уменьшается максимальная величина заряда.

Спектральная чувствительность ПЗС-линеек не одинакова на всем диапазоне видимого спектра. Наибольшая чувствительность наблюдается ближе к красной области, в то время как синяя область спектра для них труднодоступна. Датчики свет — сигнал на ПЗС малогабаритные, потребляют мало энергии, обеспечивают высокую геометрическую точность при сканировании изображений и применяются в основном в планшетных и проекционных сканерах.

Фотоэлектронные умножители (ФЭУ) и фотодиоды (ФД) являются составной частью анализирующих устройств барабанного типа. Они усиливают проходящий или отраженный свет ксеноновой или вольфрамо-галогенной лампы, который модулируется по мощности с помощью оригинала. Особенность ФЭУ как фотоприемника заключается в том, что благодаря системе динодов промодулированный световой поток можно увеличить в миллионы раз.

Спектральный диапазон ФЭУ более приемлем для полиграфии, так как полностью перекрывает видимый спектр. Эта особенность ФЭУ наряду с возможностью располагать считывающий элемент в непосредственной близости к оригиналу и предопределила их использование в высококачественных барабанных сканерах. Фотоэлектронный умножитель состоит из электронно-оптической секции 1 и секции вторично-электронного умножения 2 (рис. 33).

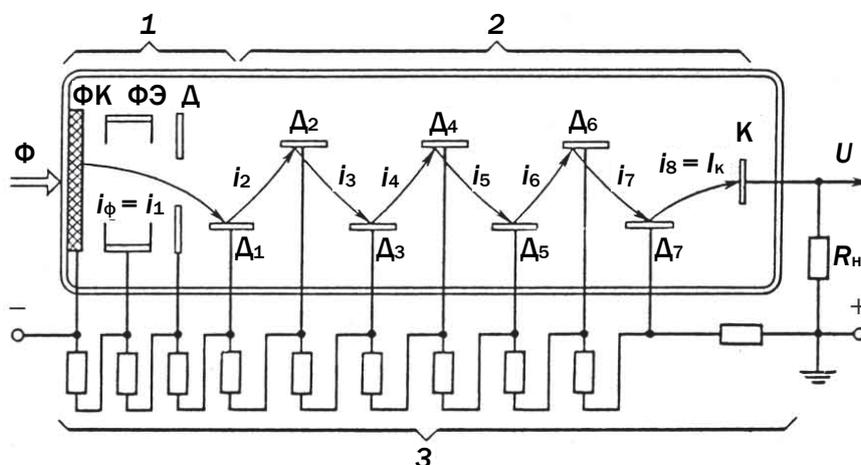


Рис. 33. Устройство ФЭУ

В электронно-оптической секции осуществляется преобразование светового потока  $\Phi$  в фототок  $i_\phi$  на основе внешнего фотоэффекта — эмиссии фотоэлектронов под действием квантов света. Фототок, возникший под воздействием света, прямо пропорционален интенсивности падающего на него светового потока.

Секция вторично-электронного умножения 2 состоит из нескольких динодов и коллектора К. Между соседними динодами приложены ускоряющие напряжения, снимаемые с делителя 3. Фотоэлектроны, попадая на первый динод  $D_1$ , вызывают вторично-электронную эмиссию. Значение коэффициента вторичной эмиссии  $\sigma = i_2 / i_1$  зависит от материала и обработки поверхности динода, а также от ускоряющего напряжения. Вторичные электроны попадают на второй динод  $D_2$ . Умноженный поток электронов со второго динода поступает на третий и т. д. Тогда ток на выходе ФЭУ коллектора равен

$$I_k = i_\phi \sigma^n, \quad (17)$$

где  $i_\phi$  — ток эмиссии фотокатода;  $n$  — число каскадов вторично-электронного умножения.

Обычно  $\sigma = 4-8$ , а  $n = 7-12$ .

Иначе говоря, благодаря системе динодов, ток эмиссии можно увеличивать в миллионы раз (до 8 порядков).

Преимуществом ФЭУ наряду со спектральным диапазоном является высокая скорость передачи изображения.

Фотодиоды — полупроводниковые приборы с диффузионным переходом, работа которых основана на внутреннем фотоэффекте (рис. 34). Материалом, из которого изготавливают фотодиоды, служит Ge, Si, Ga, As, Hg, Cd, Te и др.

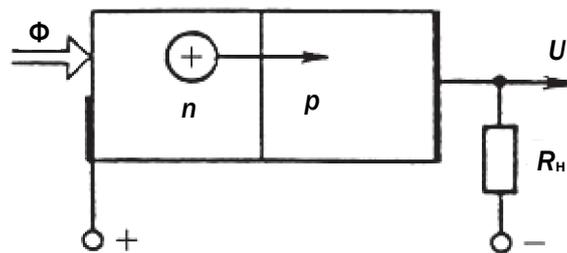


Рис. 34. Схема действия фотодиода с  $np$ -переходом

Различают два режима работы фотодиода: фотодиодный, при котором во внешней цепи фотодиода содержится источник постоянного тока, создающий на  $np$ -переходе обратное смещение, и вентильный, при котором такой источник отсутствует. В фотодиодном режиме фотодиод, как и фоторезистор, используют для управления электрическим током в цепи фотодиода в соответствии с изменением интенсивности падающего излучения. Возникающие под действием излучения неосновные носители диффундируют через  $np$ -переход и ослабляют

электрическое поле последнего. Фототок в фотодиоде в широких пределах линейно зависит от интенсивности падающего излучения и практически не зависит от напряжения смещения. В вентильном режиме фотодиод, как и полупроводниковый фотоэлемент, используют в качестве генератора фотоЭДС.

Основные параметры фотодиодов:

1) порог чувствительности (величина минимального сигнала, регистрируемого фотодиодом, отнесенная к единице полосы рабочих частот), который достигает  $10^{-14}$  Вт/Гц<sup>1/2</sup> ;

2) область спектральной чувствительности лежит в пределах 0,3–15 мкм;

3) спектральная чувствительность (отношение фототока к потоку падающего монохроматического излучения с известной длиной волны), составляющая 0,5–1 А/Вт;

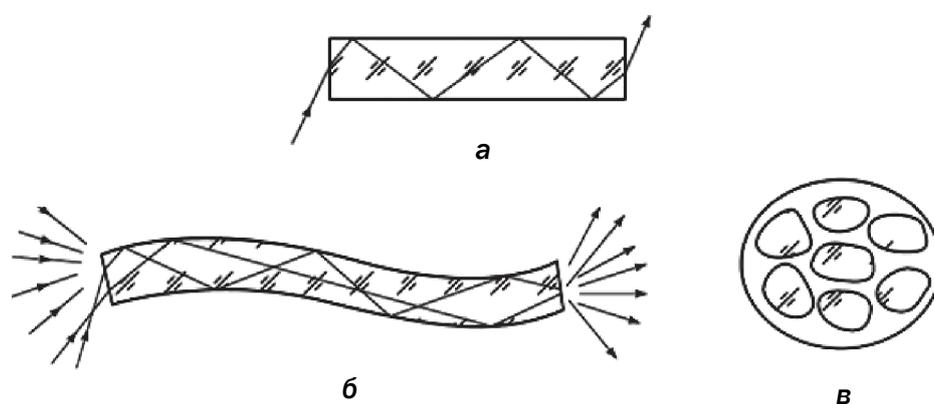
4) время установления фототока, равное  $10^{-7}$ – $10^{-8}$  с.

В лавинном фотодиоде, представляющем собой разновидность фотодиодов с *pn*-структурой, для увеличения чувствительности используют так называемое лавинное умножение тока *pn*-перехода, основанное на ударной ионизации атомов в области перехода фотоэлектронами. При этом коэффициент лавинного умножения составляет  $10^2$ – $10^4$ . Существуют также фотодиоды с *pin*-структурой, близкие по своим характеристикам к фотодиодам с *pn*-структурой; по сравнению с последними они обладают значительно меньшей инерционностью (до  $10^{-10}$  с).

Волоконные световоды применяются в фотонаборных автоматах, сканерах, денситометрах и другом оборудовании. Они позволяют передавать световую энергию на большие расстояния по криволинейному пути без значительных потерь. Волоконные световоды (рис. 35) представляют собой жгуты, состоящие из большого числа гибких стеклянных волокон диаметром 30 мкм. Каждое волокно покрыто тонким (2 мкм) слоем, который отражает попадающий в него изнутри волокна свет и не дает ему проникать в соседние волокна. Свет распространяется по волокну за счет многократных отражений от внутренних стенок. Таким образом, свет, последовательно отражаясь на границе оболочки, выходит с противоположной стороны.

Жгуты световодов имеют круглое или квадратное сечение. Бывают световоды и с плавно меняющимся диаметром, они называются фоконами и могут быть полыми или монолитными. Сформированные из таких волокон жгуты имеют конусы с соотношением входного и выходного диаметров в диапазоне от 1:5 до 1:10. Основными оптиче-

скими характеристиками световода с регулярной укладкой волокон являются коэффициент пропускания, числовая апертура, разрешающая способность и контраст передаваемого изображения. Системы световодов подчиняются законам геометрической оптики при диаметрах волокон примерно до 5 мкм. При меньших диаметрах наблюдаются потери части световой энергии вследствие дифракционных явлений, вызывающих прохождение света через боковую поверхность световода. Применяются волоконные световоды с различным эффективным (световым) сечением, обычно 2,5; 3,5; 7,5; 10 мм и более. Длина жгутов бывает 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000 мм и более.



**Рис. 35.** Волоконные световоды:  
 а — многократное внутреннее отражение света  
 в волокне световода;  
 б — прохождение света через изогнутое волокно;  
 в — сечение жгута волоконного световода

Микрообъективы. Объективы с очень короткими фокусными расстояниями, обеспечивающие большое увеличение (до 90 крат и более), называют микрообъективами. Наряду со сканерами они используются в микроскопах, электронных цветоделительных машинах и денситометрах.

В анализирующих фотоголовках барабанных сканеров допустимо применение только апохроматических микрообъективов.

Для микрообъектива большое значение имеет глубина резкости изображаемого пространства. Она прямо пропорциональна квадрату расстояния от входного зрачка объектива до предмета и обратно пропорциональна диаметру входного зрачка. Микрообъективы устанавливаются на очень малом расстоянии от изображаемого предмета, глубина резкости измеряется десятками микрометров, что накладывает высокие требования на точность устройств, входящих в оптическую систему.

В планшетных и проекционных сканерах фотографические объективы аналогичны репродукционным.

Светоделительные зеркала и призмы. Во многих узлах цветоделительных машин, сканерах нашли применение специальные делители излучений. Они называются светоделительными, или полупрозрачными, зеркалами. Особенность их состоит в том, что часть падающих на них лучей они отражают, а часть пропускают. Такое зеркало представляет собой хорошо отполированную плоскую стеклянную пластинку, на поверхность которой нанесена тонкая полупрозрачная пленка металла. Подбирая толщину этой пленки, можно в широких пределах регулировать соотношение между отраженной и пропущенной частью светового потока.

Существуют светочувствительные зеркала двух типов — серые и дихроичные. Серые светоделительные зеркала не изменяют цвета светового пучка при его разделении. Дихроичные же пропускают световые лучи избирательно. Они используются в сканерах, цветоделительных машинах и приборах для разделения световых пучков на три зоны спектра: синюю, зеленую и красную.

В качестве светоделительных элементов применяются также преломляющие призмы. В них углы падения луча на входную грань и сопряженные с ними углы преломления на выходной грани, как правило, не равны друг другу. Угол между падающим и преломленным лучами называется углом отклонения призмы. Преломляющие призмы разлагают поступающее в спектральный прибор излучение на монохроматические составляющие (спектр). Призма характеризуется угловой дисперсией — зависимостью угла отклонения луча от длины волны и определяется производной  $d\sigma / d\lambda$ .

Светофильтры. Светофильтром называют полупрозрачную среду, предназначенную для избирательного или общего поглощения проходящего через нее светового потока. По оптическим свойствам светофильтры подразделяются на серые, цветные, теплозащитные.

Серые светофильтры поглощают проходящий через них свет избирательно, т. е. независимо от длины волны излучений.

Цветные светофильтры поглощают свет избирательно в зависимости от длины волны падающих излучений.

Теплозащитные светофильтры — это либо слабоокрашенные в зеленый цвет стекла из специального теплостойкого стекла марки СЭЗ, которые поглощают инфракрасные тепловые излучения и пропускают почти без ослабления излучения видимой части спектра, либо полупрозрачные зеркала, покрытые специальной пленкой, пропус-

кающие видимые излучения и отражающие инфракрасные. Такие фотофильтры используются для защиты фотоприемников от тепловых излучений [3].

### 3.5.2. Схемы построения сканеров

В системах допечатной подготовки изданий в настоящее время применяются планшетные (полутонные и цветные), проекционные и барабанные цветные сканеры высокого разрешения.

Планшетные сканеры строятся по принципу плоской развертки (отсюда их второе название — плоскостные), при которой считываемый оригинал располагается на плоском подвижном или неподвижном оригиналодержателе. В качестве приемников и анализаторов оптического изображения в большинстве сканеров используются линейные ПЗС, на которые проецируется изображение.

На рис. 36 представлена принципиальная схема плоскостного сканера с подвижным оригиналодержателем. Непрозрачный оригинал 2 закрепляется на плоском оригиналодержателе 1, который перемещается передачей винт-гайки 3 от шагового электродвигателя 4 с блоком управления 5. Освещение оригинала производится осветителем 13, в состав которого входят лампа и отражатель. Свет, отраженный от оригинала 2, поворотным зеркалом 12 направляется в объектив 8, который формирует уменьшенное изображение строки оригинала в рабочей плоскости линейки ПЗС 7. Осветитель 13, элементы оптической системы 12 и 8, а также линейка ПЗС 7 в этом устройстве неподвижны.

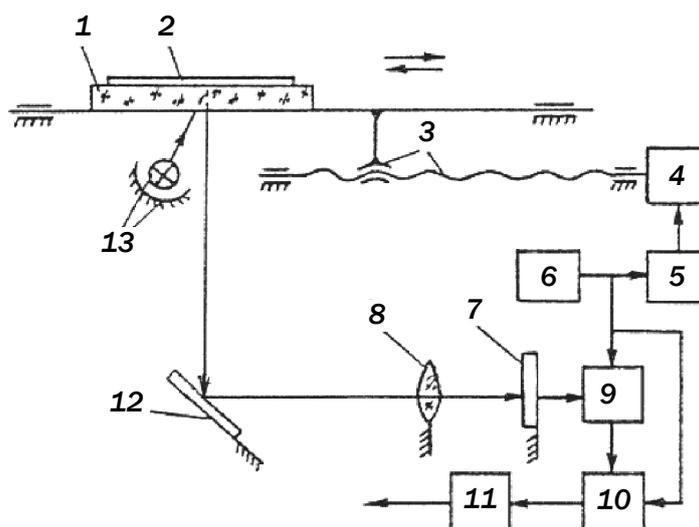


Рис. 36. Принципиальная схема сканера с подвижным оригиналодержателем

### **Вывод к главе 3**

*Цветопроба занимает особое место в цепочке производственного процесса и, по сути, является процессом моделирования тиражного оттиска с целью колориметрического контроля качества полученного оттиска будущего тиража, а также может быть использована в качестве подтверждения правильности выполненного заказа при возникновении конфликтных ситуаций с заказчиком. В настоящее время в качестве устройств для получения цифровых цветопроб используются принтеры, работающие с различными технологиями перенесения красочного пигмента на основу.*

*В данной главе рассматривается распространенный способ ввода и оцифровывания изобразительной информации для процессов репродуцирования — это применение планшетных и барабанных сканеров.*

## Глава 4

# ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ «COMPUTER-TO-FILM», «COMPUTER-TO-PLATE»

### 4.1. Печать. Вид процесса, способы получения печати в виде оттисков

Выделяют следующие виды печати: плоская, высокая, глубокая.

По общепринятой классификации виды печати отличаются друг от друга принципом разделения печатающих и пробельных элементов на печатных формах.

В плоской печати пробельные элементы практически расположены в одной плоскости и имеют различные физико-химические свойства (рис. 37).

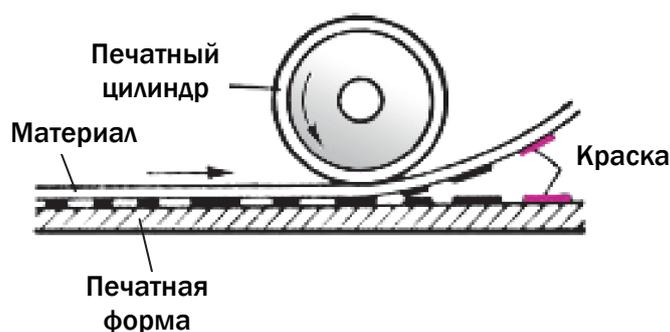


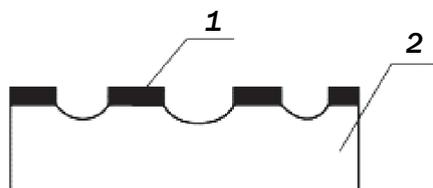
Рис. 37. Схема процесса плоской печати

Перед получением каждого оттиска сначала форма увлажняется определенным водным раствором, который смачивает только гидрофильные пробельные элементы. Затем наносится печатная краска, содержащая свободные жирные кислоты.

Краска прилипает только к олеофильным печатным элементам. Печатающие элементы находятся в одной плоскости, они покрываются равномерным слоем краски, все элементы состоят из красочного слоя одинаковой толщины.

Печатные формы высокой печати имеют пространственные разделения печатающих и пробельных элементов: рельефные печатные элементы находятся в одной плоскости, а пробельные углублены на различную величину в зависимости от их площади.

Так как поверхности всех печатающих элементов расположены в одной плоскости, то в процессе печатания они покрываются равномерным по толщине красочным слоем, в результате чего на всех участках оттиска толщина красочного слоя получается практически одинаковой (рис. 38).

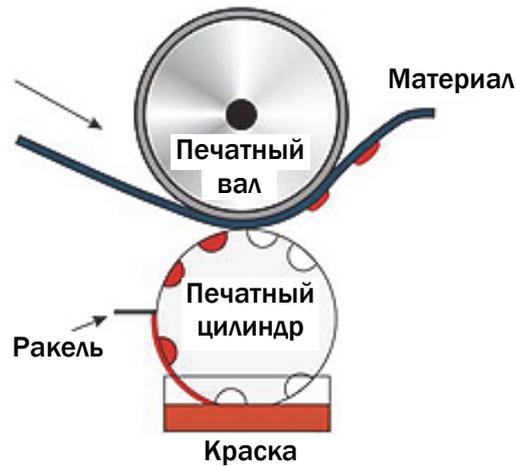


**Рис. 38.** Печатная форма  
способа высокой печати:  
1 — печатная форма; 2 — красочный слой

Форма глубокой печати имеет пространственное разделение печатных и пробельных элементов.

Печатающие элементы углублены на различную или одинаковую величину, они представляют собой, независимо от характера изображения, отдельные ячейки очень малой площади, разделенные между собой тонкими перегородками — пробелами. Эти перегородки и другие пробельные элементы возвышены и находятся на одном уровне. Печатная форма обычно изготавливается на цилиндре. В процессе маловязкая краска сначала наносится в избыточном количестве на всю поверхность, затем специальный нож (ракель), скользя по поверхности пробельной формы, в том числе и перегородкам, удаляет краску с пробельных и избыток с печатных элементов (рис. 39). Таким образом краска остается только в ячейках. Ее толщина на оттиске, в зависимости от глубины ячеек формы, может быть одинаковой либо различной.

Перенос красочного изображения с различных печатных форм на бумагу происходит в результате давления. При этом печатная форма закреплена на цилиндре, а другой цилиндр осуществляет давление.



**Рис. 39.** Печатная форма способа высокой печати

## 4.2. Печатные формы

Прежде чем начать рассказывать об основных видах печатных форм, способах печати, о некоторых достоинствах и недостатках этих способов, стоит, наверное, определить основные термины полиграфического производства, которые будут упоминаться в работе. Так, термином «печать» называют вид процесса или способ получения печатных оттисков. Конечно, в широком смысле слова под этим термином понимают печатную продукцию и прежде всего периодические издания (газеты, журналы и т. д.). Печатание — это многократное получение идентичных оттисков текста и изображений посредством переноса красочного слоя в большинстве случаев с печатной формы на запечатываемый материал, т. е. бумагу, картон, жель, пленку и т. д.

Сама же печатная форма, о которой пойдет речь — это носитель графической информации (текста и изображений), предназначенный для полиграфического размножения.

Печатная форма представляет собой пластину (или цилиндр), на поверхности которой находятся печатающие и не печатающие (пробельные) элементы. Печатающие элементы — это участки формы, на которые в процессе печатания наносится краска. Пробельные элементы — это, соответственно, не принимающие на себя краску участки. В полиграфическом производстве существует три основных вида печатных форм: плоской офсетной, высокой и глубокой печати.

### 4.2.1. Печатные формы плоской офсетной печати

В основе принципа офсетной (плоской) печати лежит тот факт, что вода и масло не смешиваются. Чтобы возможно было осуществить печать, форма должна иметь «зажиренные» печатные элементы, которые воспринимают краску и отталкивают воду (олеофильные), а также пробельные элементы, не содержащие изображения, обладающие противоположными свойствами, т. е. воспринимающие воду и отталкивающие краску (гидрофильные). На печатных формах эти элементы практически расположены в одной плоскости. Перед получением каждого оттиска в процессе печатания сначала форма увлажняется определенным водным раствором (реже спиртовым), который смачивает только гидрофильные пробельные элементы. Затем наносится печатная краска, содержащая свободные жирные кислоты. Она прилипает только к олеофильным печатающим элементам. В связи с тем, что печатающие элементы находятся в одной плоскости, они покрываются равномерным по толщине слоем краски и поэтому все элементы оттиска состоят из красочного слоя одинаковой толщины.

Для печати могут быть использованы различные виды форм, которые типография выбирает в соответствии с собственным опытом и величиной тиража. Они могут быть получены разными способами, но принцип, согласно которому области изображения «зажирены», а области без изображения не «зажирены», остается неизменным во всех случаях.

В книгопроизводстве находят применение формы для малых офсетных печатных машин, стандартные офсетные формы для листовых или рулонных печатных машин, а также полиметаллические формы для особо больших тиражей на рулонных печатных машинах.

Печатные формы традиционно изготавливают путем контактного копирования с фотоформ, но в настоящее время на рынке предлагается также множество устройств прямого получения форм. Они используют на входе страничные файлы и выдают готовые формы с заданной схемой спуска. Эти формы получают путем лазерного поэлементного экспонирования, в отличие от одновременного экспонирования всего изображения, переносимого на форму при обычном копировании.

Для листовых и рулонных офсетных машин применяются одни и те же формы. Они делаются из металла — в большинстве случаев из алюминия, имеющего предварительно нанесенный светочувствительный слой. Такие формы могут быть изготовлены как негативным, так и позитивным путем копирования (т. е. копироваться с негатива или

диапозитива). Покрытие поверхности формных пластин различное для каждого вида форм.

В случае негативного копирования светочувствительное покрытие формной пластины полимеризуется в местах падения света (т. е. там, где есть изображение) и за счет химических изменений приобретает свойство притягивать краску. Не экспонированные участки покрытия формы удаляются при дальнейшей обработке и обнажают находящийся под покрытием металл. Эти зоны поверхности воспринимают воду и отталкивают краску, т. е. соответствуют областям, не содержащим изображения.

В случае позитивного копирования светочувствительный слой под действием ультрафиолетового облучения становится нестойким и при дальнейшей обработке удаляется. Покрытие, не подвергшееся воздействию облучения, воспринимает краску и отталкивает воду, в то время как металл притягивает воду и отталкивает краску.

Печатные формы, изготовленные негативным копированием, обычно используются для печати текста тиражом до 100 000 экземпляров. Метод изготовления позитивных копий имеет высокую разрешающую способность и применяется при необходимости получения высокого качества при однокрасочной работе, а также практически во всех случаях для работы в многоцветном режиме. Формы позитивного копирования обычно используют для печати с тиражом около 200 000 экземпляров, а некоторые формы допускают получение и большего тиража. Для повышения тиражестойкости формы подвергают обжигу — обработке инфракрасными лучами в специальной установке.

#### **4.2.2. Печатные формы высокой печати**

Эти формы имеют пространственное разделение печатающих и пробельных элементов: рельефные печатающие элементы находятся в одной плоскости, а пробельные углублены на различную величину в зависимости от их площади. Так как поверхности всех печатающих элементов расположены в одной плоскости, то в процессе печатания они покрываются равномерным по толщине красочным слоем. В результате этого на всех участках оттиска (как и в плоской печати) толщина красочного слоя получается практически одинаковой. На углубленные пробельные элементы краска не попадает. Минимальная величина углублений согласуется с расстоянием между печатающими элементами: чем больше расстояние между ними, тем более углубленными должны быть пробельные элементы. Так, в зависимости от

расстояний между штрихами глубина пробельных элементов составляет от 0,04 до 0,7–1,0 мм.

В высокой печати используется большое многообразие печатных форм, различающихся по многим признакам. В свою очередь, формы подразделяются на оригинальные и стереотипы. Оригинальные формы изготавливаются с текстовых или изобразительных оригиналов и предназначены для печатания тиража или для размножения печатных форм. Стереотипы — это формы-копии, полученные с оригинальных форм и служащие только для печатания тиража. Оригинальные изобразительные формы независимо от способа их изготовления обычно называются клише.

Печатные формы могут быть изготовлены в виде монолитных гибких или жестких (реже эластичных) пластин форматом, равным формату запечатываемого бумажного листа. Но они могут быть также составлены из отдельных пластин, содержащих одну или несколько полос издания. Используются также текстовые печатные формы, состоящие (набранные) из отдельных литер, воспроизводящих отдельные буквы или целые строки текста. Такие формы называются наборноотливными.

При изготовлении печатных форм высокой печати широко используют литейные, фотографические, химические процессы, процессы прессования, механической обработки металлов и полимеров. Тиражестойкость печатных форм зависит от печатного процесса. Она колеблется от нескольких десятков до 500 и более тысяч оттисков.

Широкое применение для печатания находят оригинальные формы, полученные формативной записью информации посредством копирования со штриховых, растровых или текстовых негативов на формные пластины, т. е. формы, изготавливаемые фотохимическими способами.

Печатные формы глубокой печати имеют также пространственное разделение пробельных и печатающих элементов. Но печатающие элементы, в отличие от высокой печати, углублены на различную или одинаковую величину. Они представляют собой, независимо от характера изображения (текст, иллюстрации), отдельные ячейки очень малой площади, разделенные между собой тонкими перегородками-пробелами. Эти перегородки и другие пробельные элементы возвышены и находятся на одном уровне.

При воспроизведении тоновых оригиналов в зависимости от способа изготовления печатных форм эти углубления могут быть одинаковыми по площади, но переменной глубины и площади.

### 4.3. Способы печати

Полиграфическая технология знает несколько видов печати, т. е. процессов, которые отличаются друг от друга принципами формирования красочного изображения на передающей поверхности — печатной форме — и методом передачи краски с печатной формы на бумагу в процессе печатания. А это, в свою очередь, вызывает различия в технологии изготовления печатных форм, конструкции печатных машин, требует различных печатных материалов — краски, бумаги. Лишь точно выбрав один из способов для подготовленной к изданию книги в зависимости от ее характера (текстовая, иллюстрированная и т. д.), издатель не ошибется в выборе типографии, бумаги, добьется хорошего полиграфического исполнения книги и не понесет экономических потерь. Важно сказать, что перенос красочного изображения с различных печатных форм на бумагу происходит обычно в результате давления. Причем давление может сказываться по-разному. Печатная форма глубокой печати обычно изготавливается на цилиндре. В процессе печатания маловязкая краска сначала наносится в избыточном количестве на всю поверхность вращающейся формы. Затем специальный нож, который называется ракель, скользя по поверхности пробельных элементов формы (в том числе и перегородкам), удаляет полностью краску с пробельных и избыток с печатающих элементов. Таким образом краска остается только в ячейках. Ее толщина на оттиске в зависимости от глубины ячеек формы может быть одинаковой или различной. Бумага приводится непосредственно в контакт с печатной формой, и краска под давлением переходит с печатающих элементов на бумагу, образуя оттиск. При этом изображение на форме должно быть обратным (зеркальным). Такая же передача краски используется в высокой печати (в меньшей мере в плоской офсетной).

При высокой печати изображение (текст или иллюстрация) переносится с печатающих элементов формы на бумагу при контакте в результате давления, создаваемого в печатной машине между печатной формой и бумагой. В момент контакта печатной формы с бумагой при переходе краски и получается оттиск. Чтобы изображение на оттиске смотрелось или же читалось правильно, оно на форме высокой печати, как и при глубокой печати, должно быть обратным.

В процессе печатания на офсетных печатных машинах по печатной форме, закрепленной по окружности формного цилиндра, сначала прокатываются увлажняющие валики, которые оставляют влагу на пробельных элементах, делая их невосприимчивыми к краске, а затем

за тот же оборот цилиндра по форме прокатываются красочные валики, наносящие краску на печатающие элементы.

При печатании на современных офсетных машинах различных типов скорость вращения печатной формы составляет от 100–150 до 450–550 об/мин. С печатной формы краска передается на так называемый офсетный цилиндр, обтянутый резинотканевой пластиной, а с него переходит на бумагу. Таким образом, печатная форма непосредственно с бумагой не контактирует, поэтому изображение на печатной форме должно быть прямым, на офсетной резинотканевой пластине оно будет обратным, и на бумаге — снова прямым.

Отсутствие прямого контакта офсетной формы с относительно жесткой печатной бумагой позволяет уменьшить давление при контакте формы с эластичной крышкой офсетного цилиндра и тем самым добиться повышения тиражестойкости форм и стабильного качества продукции.

Использование основных способов печати. Технический прогресс в полиграфической технологии и машиностроении, а также в смежных отраслях, особенно в электронной технике, позволил существенно сблизить изобразительные возможности основных способов печати. Если четверть века назад технолог-полиграфист или профессиональный издатель сказали бы, что для воспроизведения написанных маслом картин предпочтительнее способ высокой печати, а для акварелей — офсет, то сегодня практически любым способом можно отпечатать репродукцию одинаково высокого качества, и даже специалисту не всегда просто определить по репродукции, каким способом она получена. Другое дело, что в реальных условиях приходится учитывать не только теоретические возможности, но и конкретные материалы, оборудование, экономические показатели и т. д.

В условиях развития рыночных отношений весьма сложно связать с полиграфической технологией экономические аспекты. Часто в типографиях можно услышать: «Цены у нас договорные...», — разброс цен за изготовление тиража одной и той же книги на разных предприятиях может быть очень велик.

Чтобы издать чисто текстовую книгу, можно примерно с одинаковой экономической эффективностью использовать способы высокой и офсетной печати. Скорость печатания текста на так называемых ротационных машинах примерно одинакова. Оба эти типа печатных машин имеют «на входе» рулоны бумаги, а на «выходе» — сфальцованные (т. е. сложенные в определенном порядке) отпечатанные с обеих сторон листы (тетради).

Использовать такие машины целесообразно с тиража примерно в 25–30 тыс. экземпляров, потому что при малых тиражах будет ощущаться потеря бумаги на технические отходы. Скорость печатания на офсетных листовых печатных машинах составляет 6–10 тыс. отт./ч, на листовых машинах высокой печати — до 4,5 тыс. отт./ч.

При использовании машин высокой печати время, необходимое для подготовки машины к печатанию, существенно больше, чем при печати на офсетных машинах. Поэтому и общее время, необходимое для выпуска одного и того же изделия способом высокой печати, больше, чем при использовании офсетной технологии.

Если книга содержит штриховые оригиналы (схемы, диаграммы, чертежи, рисунки), т. е. такие, которые выполнены тушью линиями с одинаковой насыщенностью, то такую книгу можно изготавливать по технологии и офсетной, и высокой печати.

Если же издательский оригинал содержит значительное число полутоновых изображений, то при его воспроизведении следует предпочесть офсетную печать.

При выпуске книги с многокрасочными иллюстрациями (рисунки, слайды, сложные цветные диаграммы и т. п.) выбор офсетной технологии predetermined, т. к. только в этом случае готовое изделие окажется оптимальным по качеству полиграфического исполнения и по экономическим показателям.

Совсем невелик объем изданий, выпускаемых способом глубокой печати. Обычно это журналы, альбомы, где преобладают репродукции черно-белых и цветных фотографий, поскольку качество воспроизведения оригиналов с большой площадью теней разной интенсивности способом глубокой печати очень хорошее — сочные, глубокие тона. Глубокая печать составляет около 1% общего объема изданий. Столь скромный показатель определяется дороговизной изготовления печатных форм глубокой печати, необходимостью использования токсичных печатных красок на основе толуола и некоторыми специфическими вопросами воспроизведения изображений.

Несмотря на большие успехи электронного цветоделения, во многом определяющего качество изданий, способы печатания имеют определенные ограничения.

Например, так называемая оптическая плотность, определяющая в известной мере насыщенность изображения, при офсетной печати обычно не превышает даже на мелованной бумаге 1,7–1,8 единиц. Поэтому требование «сделать насыщеннее» какой-либо участок репродукции картины, написанной на холсте маслом и имеющей сочные мазки, не всегда может быть реализовано.

В то же время при использовании способа глубокой печати оптическая плотность может достигать 2,5–3 единиц, однако в светлых участках изображения (в светах) передача градаций весьма затруднена. Поэтому на воспроизведение этим способом ряда оригиналов, например, выполненных акварелью, накладываются определенные ограничения.

Создание многокрасочных изображений способом высокой печати существенно меньше нормализовано, чем в офсете и, кроме того, связано с большой сложностью и длительностью приправки (процесса перераспределения давления на печатную форму таким образом, чтобы оно было выше на больших печатающих участках) цветоделенных печатных форм в печатной машине высокой печати перед началом печатания.

При некотором упрощении можно сказать, что для воспроизведения цветных оригиналов (детских книг, иллюстраций, календарей и т. п.) следует использовать способ офсетной печати.

Именно при офсетной печати высокое качество многокрасочной продукции сочетается с хорошими экономическими показателями.

В зависимости от типа выпускаемой продукции и требований к ней для изготовления печатных форм применяются три технологии с компьютерной обработкой текста и иллюстраций:

1) компьютер – фотоформа (Computer-to-Film), по которой печатные формы изготавливаются путем контактного копирования изображения с негативных или позитивных монтажных фотоформ на формные пластины;

2) компьютер – печатная форма (Computer-to-Plate), по которой запись информации осуществляется поэлементно непосредственно с компьютера на постоянную печатную форму;

3) компьютер – печатная машина, по которой запись информации осуществляется поэлементно непосредственно с компьютера на переменную (Computer-to-Print) или постоянную (Computer-to-Press) печатную форму.

Печатные формы, изготовленные с применением перечисленных технологий, отличаются возможностями цветопередачи, передачи тонов, четкости изображения, точности приводки, экономическими показателями.

С полученной печатной формы печатают серию идентичных оттисков. Печатная краска наносится на печатную форму и, в зависимости от способа печати, прямо или косвенно переходит на бумагу под воздействием печатного цилиндра, оказывающего давление. Значение давления в каждом конкретном случае должно быть строго определенным. Чтобы максимально «сгладить» неровности на поверхности печатной формы, используется упруго-эластичный декель.

Для получения полиграфической продукции оптимального качества большое значение имеет правильный подбор материалов. Для каждого из способов печати применяются определенные краски и виды бумаги.

Отпечатанная продукция поступает далее в брошюровочно-переплетный цех, где и выполняются послепечатные процессы [1].

#### **4.4. Фотонаборные автоматы**

В сравнении с традиционными средствами допечатной подготовки издания данный технологический комплекс позволяет сравнительно недорого и быстро создавать фотоформы, проектируя образ фотоформы на ПЭВМ при помощи прикладного программного обеспечения и выводя полученное изображение путем экспонирования его на фотоматериал так называемого фотонаборного автомата (ФНА). В результате этого процесса и образуется скрытое фотографическое изображение знаков на фотоматериале.

Цифровой способ фотонабора значительно расширяет технологические возможности фотонаборных машин по сравнению с поколением машин с вещественным шрифтоносителем. В первую очередь цифровой фотонабор увеличивает объем памяти ЭВМ управляющего устройства ФНА, а также ассортимент знаков для одновременного набора. Для современных фотонаборных автоматов он может достигать нескольких десятков тысяч знаков. Применение наряду со специальными устройствами кодирования шрифтов и обычных сканеров расширяет возможности оперативного пополнения шрифтоносителя информацией о начертании любых, в том числе и самых сложных в графическом отношении знаков. Во-вторых, цифровой способ фотонабора графического изображения значительно расширяет область использования этих устройств, так как позволяет записывать на фотоматериал не только знаки шрифта, но и графические элементы, штриховые и растрованные полутоновые изображения. Для этого достаточно только информацию о графических элементах и иллюстрациях предварительно закодировать и ввести в память ЭВМ ФНА.

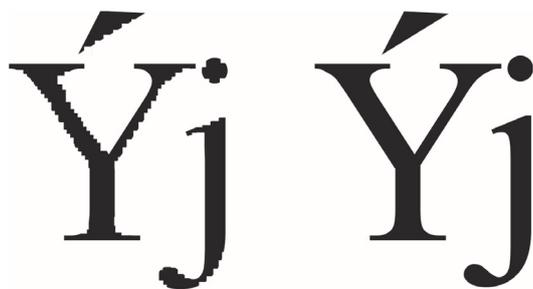
#### **Общие сведения, классификация, техническая характеристика ФНА**

В современных фотонаборных автоматах для формирования скрытого фотографического изображения используется принцип сканиро-

вания световым лучом, сфокусированным в пятно малого размера на плоскости фотоматериала.

Процесс сканирования заключается в последовательном перемещении светового пятна по расположенным с определенным шагом вертикальным и горизонтальным линиям с постепенным обходом всей поверхности фотоматериала. В результате того, что световое пятно модулируется по принципу «да-нет», осуществляется экспонирование фотоматериала и запись скрытого растрованного фотографического изображения.

Получаемая в результате этого процесса растровая структура изображения имеет в некоторых местах пилообразную форму. Для получения сплошных линий рисунка шаг между линиями растра выбирается на 20–30% меньше диаметра светового пятна, а чем выше разрешение и соответственно меньше диаметр пятна, тем мельче пилообразная форма линий и выше качество изображения (рис. 40).



**Рис. 40.** Изменение качества в зависимости от разрешения

Источником света в большинстве фотонаборных автоматов является лазер. В некоторых конструкциях фотонаборных автоматов применяются также светодиодные или светоклапанные линейки и матрицы. Достоинствами лазерного источника являются монохроматичность, малая расходимость, высокая интенсивность излучения и возможность быстрого и достаточно простого управления лазерным лучом.

Монохроматичность излучения и малая расходимость лазерного луча позволяют с помощью оптической системы сфокусировать луч в пятно размером, сопоставимым с длиной волны излучения. В различных ФНА в зависимости от используемого типа лазера это пятно имеет размеры от 5,2 до 30 мкм.

Высокая интенсивность излучения лазера позволяет получить за очень короткое время экспонирования требуемую экспозицию, а чем

меньше время экспонирования фотоматериала, тем выше скорость записи изображения. Возможность быстрого, надежного и достаточно простого управления лазерным лучом также обеспечивает высокую скорость записи.

Признаком, по которому ФНА классифицируются и относятся к тому или иному типу, является метод транспортирования фотоматериала, а также способ развертки изображения. Современные лазерные ФНА имеют три принципиально разные схемы построения.

1) Фотоматериал располагается в плоскости и перемещается (непрерывно или дискретно), за счет чего осуществляется развертка изображения по вертикали. Горизонтальная развертка изображения производится вращающимся многогранным или качающимся одногранным зеркальным дефлектором. Такие ФНА называются автоматами ролевого или капстанового типа.

2) Фотоматериал из задающей кассеты перемещается и фиксируется на внутренней поверхности неподвижного барабана и развертка изображения по вертикали осуществляется за счет вращения дефлектора с одной зеркальной гранью, а по горизонтали — за счет перемещения всей оптической системы вдоль образующей барабана. После окончания записи фотоматериал перематывается в приемную кассету. Это ФНА с внутренним барабаном.

3) Фотоматериал (листовой) располагается на внешней поверхности непрерывно вращающегося барабана, а развертка изображения осуществляется по вертикали за счет вращения барабана и по горизонтали — за счет перемещения оптической системы вдоль образующей барабана. Такие фотонаборные автоматы относятся к ФНА с внешним барабаном.

В зависимости от конструкции барабанного ФНА положение страницы при экспонировании может быть «книжным» или «альбомным». В ФНА с барабанами большого диаметра или с короткой осью экспонирование выполняется только «книжное», а в ФНА с малым диаметром барабана и длинной осью — «альбомное» расположение страниц. Основными достоинствами ФНА ролевого типа являются простота конструкции, достаточно высокая надежность, низкая цена, возможность записи большого по длине участка пленки, максимальная длина которого ограничивается только возможностями растрового процессора и реже — емкостью приемной кассеты. Определенным достоинством такого ФНА можно считать и относительно малые размеры [7].

## **Вывод к главе 4**

*Рассматриваются три основных вида печатных форм: плоской офсетной, высокой и глубокой печати.*

*Современный мировой рынок полиграфического оборудования предлагает большое количество способов ввода, вывода, хранения и переработки цифровой информации, среди которых технология Computer-to-Film, которая подразумевает подготовку и преобразование цифровой информации в так называемые битовые массивы, содержащие данные о цветodelении, растривании, разрешающей способности и соответствующие управляющие команды для их записи на фотопленку.*

*В зависимости от типа выпускаемой продукции и требований к ней для изготовления печатных форм описаны технологии с компьютерной обработкой текста и иллюстраций: компьютер – фотоформа (Computer-to-Film), по которой печатные формы изготавливаются путем контактного копирования изображения с негативных или позитивных монтажных фотоформ на формные пластины; компьютер – печатная форма (Computer-to-Plate), по которой запись информации осуществляется поэлементно непосредственно с компьютера на постоянную печатную форму.*

# ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «COMPUTER-TO-PRESS»

### 5.1. Входной контроль материалов печатного процесса и его роль в обеспечении бесперебойной работы печатного оборудования

Рассмотрим общие требования, предъявляемые к основным печатным материалам, и процесс подготовки бумаги к печатанию в производственных условиях.

Бумага и краски являются основными печатными материалами, определяющими важнейшие эксплуатационные характеристики готовой продукции, а также зрительное и эстетическое впечатление, которое она производит на потребителя. Именно поэтому технологически обоснованные и четко регламентированные процессы подготовки бумаги и краски к печатанию имеют важное значение. Правильная подготовка бумаги и краски к использованию в производстве также важна для обеспечения бесперебойной работы высокопроизводительного печатного оборудования и для соблюдения графиков прохождения заказов по всей технологической цепи.

Главной целью подготовки основных печатных материалов является обеспечение полного соответствия их друг другу, а также назначению и характеру полиграфического оформления продукции, типу применяемого печатного оборудования и климатическим условиям окружающей среды.

Такой подход, однако, выводит процесс подготовки основных печатных материалов за рамки типографии, неминуемо вовлекая в себя также и их производителей.

Первостепенными условиями обеспечения соответствия бумаги и краски особенностям их применения являются, с одной стороны, воз-

можно, более четкие, технологически обоснованные и полные по охвату всех взаимодействующих факторов требования к качеству этих материалов, находящие свое отражение в определенных нормативных документах, а с другой — реализация этих требований в каждой крупно-, средне- или мелкосерийной партии, выходящей из стен предприятия-изготовителя. Только в данных условиях возможна нормализация технологического процесса полиграфического репродуцирования на всех его этапах.

Процессы подготовки бумаги и краски к печатанию в производственных условиях могут быть представлены тремя основными этапами:

1) входным контролем материалов;

2) предварительной корректировкой печатно-технических свойств материалов (краски, а в ряде случаев бумаги) в соответствии с конкретными особенностями их применения;

3) контролем и оперативным регулированием печатно-технических свойств, в первую очередь краски, в процессе печатания тиража.

Важнейшее место в этой системе мероприятий принадлежит правильному хранению бумаги и краски до их поступления непосредственно в печатный цех. Оно предполагает, с одной стороны, строгое соответствие действующим нормативам климатических условий и пространственного расположения материалов в помещениях для их складирования, а с другой — периодическую проверку и тщательное наблюдение за эксплуатационными характеристиками бумаги и краски на протяжении дооперационного периода. Неправильно организованные хранение и внутритипографская перевозка основных печатных материалов могут вызывать их потери.

В большинстве случаев входной контроль сводится к проверке размерных параметров, количества (или массы) поступающих материалов, а также состояния упаковки материалов. Часто измеряется влажность бумаги. При полном соблюдении требований действующих стандартов входной контроль в подобной форме становится излишним, а проверочно-подготовительные работы перемещаются в лабораторию и производственные цехи типографии.

Важным условием успеха данной работы является наличие на предприятии технико-технологических средств для контроля эксплуатационно-технических показателей материалов, а также поддержание стабильных климатических условий лабораторных помещений и производственных цехов.

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 и образуемого продольным и поперечным краями листа, равного  $90^\circ$ , по которым будет производиться выравнивание листа при подаче его в печатные секции, при разрезке после запечатывания на нужные доли и при 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 также 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.

Проверка практически всех перечисленных свойств бумаги обеспечена стандартно воспроизводимой методикой и соответствующей приборометрической базой.

Подготовка рулонной бумаги заключается в освобождении рулонов бумаги от упаковки (амбалажа), 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. Современные высокоскоростные многосекционные печатные машины, как правило, оснащаются фотоэлектрическими приборами, фиксирующими склейку при размотке рулона и на пониженной скорости «проводящими» ее через машину вплоть до отбраковки тетрадей, содержащих склейку, на приемно-выводном устройстве. Однако в большинстве случаев печатникам приходится работать без приборов, полагаясь только на соответствующие метки.

Важное место в подготовке бумаги к печатанию принадлежит ее акклиматизации. Акклиматизация бумаги — это 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.

Назначение акклиматизации:

1) 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;

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

3) 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 либо в атмосфере печатного цеха при условии достаточно интенсивной циркуляции воздуха путем завешивания пачек листов бумаги на 1–2 часа в зажимы транспортера, перемещающегося в верхней зоне помещения, либо в изолированных от печатного цеха камерах кондиционирования, в которых автоматически поддерживаются заданные температурно-влажностный режим и кратность воздухообмена.

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.

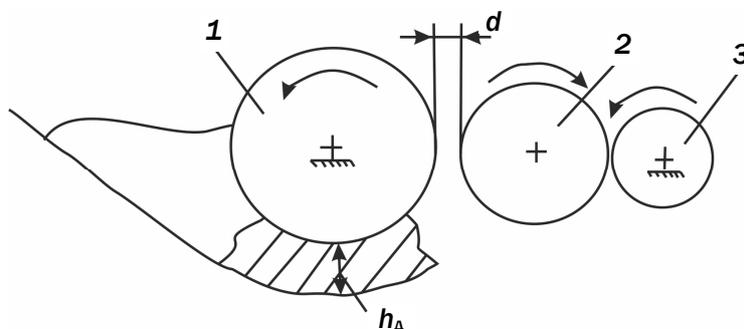
Рулонная бумага при значительных перепадах влажности выдерживается в течение определенного времени (от нескольких часов до нескольких суток) в помещении печатного цеха. На отдельных зарубежных предприятиях для акклиматизации рулонной бумаги используют вертикальные межэтажные камеры, снабженные зарядными и перемоточными устройствами [1].

## **5.2. Технологическая характеристика красочных аппаратов машин высокой и офсетной печати**

В печатном процессе краска проходит несколько различных стадий, отличающихся друг от друга характером и величиной напряжений и скоростей деформации: это стадии подачи из красочного ящика в раскатную систему, раската и наката краски, собственно печатный процесс, заключающийся в переносе части красочного слоя с формы на бумагу, и закрепление краски на оттиске.

Большинство листовых и рулонных машин высокой и офсетной печати оснащено красочными аппаратами традиционного типа. Основными их элементами являются контактирующие друг с другом валики и цилиндры, которые образуют функциональные группы различного назначения. Траектории движения краски к печатной форме в этих красочных аппаратах представляют собой линии, образуемые дугами окружностей, соединяющими друг с другом точки контакта смежных валиков и цилиндров.

С технологической точки зрения основное назначение красочного аппарата — формирование слоя краски необходимой толщины для последующей передачи его на печатную форму. Краски высокой и офсетной печати имеют повышенную вязкость и склонность к структурированию. Именно эти особенности в первую очередь и обуславливают многозвенность цепи до печатной формы. Краска должна быть подготовлена к нанесению на форму, т. е. преобразована в относительно маловязкую систему, способную распределяться по поверхности печатающих элементов формы, обеспечивая образование на них сплошного и достаточного по толщине слоя. В процессе этого преобразования, происходящего именно в красочном аппарате, краска проходит несколько стадий, а именно подается из красочного ящика, раскатывается и после нанесения на накатные валики поступает на печатную форму (рис. 41).



**Рис. 41.** Схема краскоподающей группы красочного аппарата:  
 1 — дукторный цилиндр; 2 — передаточный валик;  
 3 — цилиндр раскатной группы

В красочных аппаратах данного типа краска подается в раскатную систему передаточным валиком 2, стационарно закрепленным и непрерывно вращающимся (со скоростью формного цилиндра) и, в свою очередь, воспринимающим краску с дукторного цилиндра 1, также непрерывно, но медленно вращающегося с регулируемой скоростью. Между дукторным цилиндром и передаточным валиком имеется не-

значительный рабочий зазор  $d$ , изменение которого позволяет регулировать количество краски, расщепляющееся непосредственно в зазоре и соответственно поступающее на передаточный валик, а оттуда — на раскатной цилиндр. Важно отметить, что толщина красочного слоя  $h_d$  на поверхности дукторного цилиндра во всех случаях должна превосходить ширину зазора (т. е.  $h_d > d$ ), что обеспечивает постоянный контакт краски с передаточным валиком. Дозирование краски в красочных аппаратах данного типа происходит преимущественно путем изменения скорости вращения дукторного цилиндра.

Эксплуатация красочного аппарата предъявляет определенные требования, касающиеся точной установки всех валиков и цилиндров, входящих в его состав, относительно друг друга, а накатных валиков, кроме того, — и относительно печатной формы. При этом должно быть обеспечено оптимальное усилие прижима эластичных валиков к контактирующим с ними недеформируемыми поверхностям, в условиях которого и будет происходить нормальное, без проскальзывания, но и без излишне большого трения расщепление красочного слоя.

Порядок, методы и средства выполнения подобной регулировки регламентируются соответствующими технологическими инструкциями, и сама регулировка проводится перемещением подвижных опор эластичных валиков в двух взаимно перпендикулярных направлениях (металлические цилиндры, в том числе и дукторный цилиндр, закреплены в неподвижных подшипниках).

При регулировке прижима красочных валиков к цилиндрам и печатной форме следует обязательно учитывать возможные отклонения диаметров валиков от номинальных значений, вызываемые различными причинами — набуханием эластичной оболочки, связанным с недостаточной стойкостью ее к действию смывочных веществ и других рабочих растворов, огранкой (т. е. местным уплотнением оболочки), являющейся следствием неаккуратного обращения с валиками в процессе их эксплуатации и хранения, и т. п.

Наряду с красочными аппаратами традиционных конструкций — многовалкового типа, с дукторной подачей краски и развитыми раскатно-накатными группами, существуют красочные аппараты, конструкция которых ориентирована на применение минимально возможного количества рабочих звеньев.

Переход к построению красочных аппаратов данного типа обусловлен двумя обстоятельствами: необходимостью уменьшения влияния инерционных сил, которые проявляются особенно заметно при

больших скоростях печатания, а также потребностью в ускорении реакции машины на преднамеренное изменение подачи краски.

Единообразие назначения и технологической функции красочных аппаратов машин высокой и офсетной печати не исключает и некоторых особенностей их конструктивного исполнения в печатных машинах разных типов.

### 5.3. Технологические функции давления в печатном процессе

Бумага, как и другие запечатываемые материалы, имеет неровную поверхность. На рис. 42 представлена типичная профилограмма поверхности бумаги, из которой видно, что бумага имеет неровности разной высоты  $h$  и протяженности  $l$ .

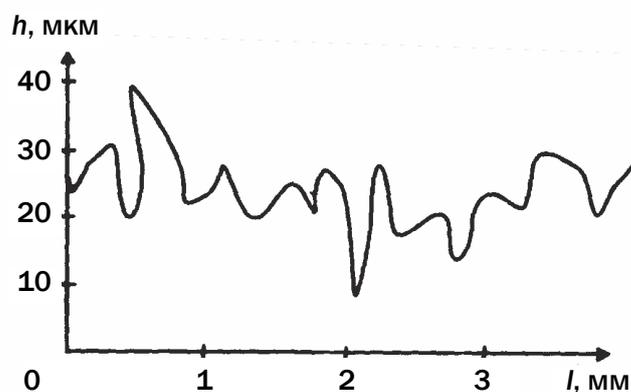


Рис. 42. Профилограмма поверхности печатной бумаги

Величина площадей неровностей на поверхности бумаги бывает соизмерима с площадью печатающих элементов, а иногда превышает их величину. Высота неровностей поверхности различна в зависимости от типа печатной бумаги: для мелованной бумаги она может составлять 5–7 мкм, а для бумаги высокой печати — 25–30 мкм. При таком неровном рельефе бумаги невозможно передать на нее краску со всей поверхности печатающих элементов формы. Чтобы добиться переноса изображения с формы на бумагу, поверхность бумаги должна быть выровнена настолько, чтобы обеспечить полный контакт ее по всей площади печатающих элементов.

Кроме того, чтобы переход краски на бумагу осуществлялся в нужных количествах, а также чтобы краска могла закрепиться на бумаге, проникая в ее микрорельеф и поры, недостаточно обеспечить лишь

контакт печатной формы с бумагой. Необходимо создать условия прижима бумаги к форме с некоторым усилием. Величина этого усилия, создающего нужное давление печатания, в большой мере зависит от способа печати, от продолжительности контакта формы и бумаги, от шероховатости и жесткости бумаги и других факторов.

Например, чем меньше жесткость бумаги и выше гладкость ее поверхности, тем меньшее давление требуется для создания условий перехода краски на бумагу в нужных количествах.

Таким образом, давление печати необходимо:

1) для сглаживания неровностей на поверхности запечатываемой бумаги, чтобы обеспечить полный контакт печатающих элементов формы с бумагой;

2) для переноса краски с формы на бумагу в необходимых количествах;

3) для обеспечения начального закрепления краски путем внедрения ее в микрорельеф и поры бумаги.

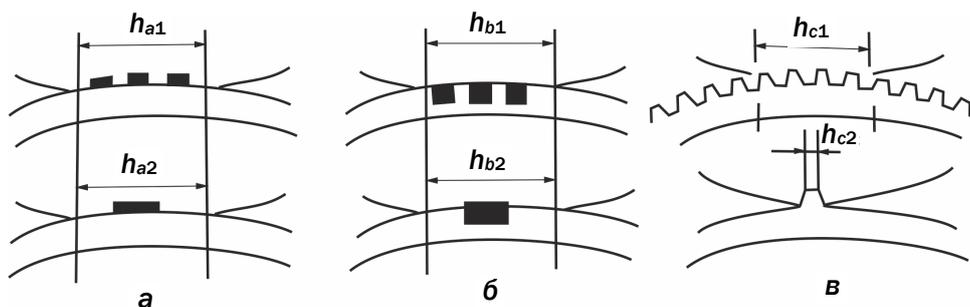
Рассмотрим понятие давления для высокой, офсетной и глубокой печати.

В офсетной печати печатающие и пробельные элементы расположены практически в одной плоскости, в глубокой печатающие углублены по отношению к пробельным, но заполнены практически несжимаемой краской, что создает также как бы единую поверхность формы. Под давлением печатания в этих способах будем понимать силу, приходящуюся на единицу площади полосы контакта, включающей как печатающие, так и пробельные элементы.

В высокой печати под давлением будем понимать силу, приходящуюся только на единицу площади печатающих элементов в полосе контакта, так как пробельные элементы расположены ниже печатающих и не должны испытывать давление при печати.

На рис. 43 показана ширина полосы контакта  $h$  при разном коэффициенте заполнения отдельных участков формы офсетной и глубокой печати. Как видно из рис. 43,  $a$ ,  $b$ , ширина полосы контакта,  $a$ , следовательно, и площадь полосы контакта  $S_{п.к}$  для каждого из этих способов печати не зависит от числа печатающих элементов на ней:  $h_{a1} = h_{a2}$ ,  $h_{b1} = h_{b2}$ .

В высокой печати (рис. 43,  $в$ ) ширина  $h_{c1}$ ,  $h_{c2}$  и площадь полосы контакта зависят от числа и площади печатающих элементов, находящихся в зоне печати. Суммарная их площадь в полосе контакта,  $a$ , следовательно, и площадь полосы контакта не являются постоянной величиной ( $h_{c1} \neq h_{c2}$ ).



**Рис. 43.** Ширина полосы контакта при разном коэффициенте заполнения участков формы в различных способах печати: а — офсетная печать; б — глубокая печать; в — высокая печать

Для способов офсетной и глубокой печати давление будет определяться по формуле

$$p = \frac{F}{S_{п.к}}, \quad (18)$$

где  $p$  — давление печати, Па = Н/м<sup>2</sup>,  $F$  — суммарная сила, действующая на полосе контакта, Н.

Для способа высокой печати:

$$p = \frac{F}{\sum_{i=1}^n S_{п.эл.i}}, \quad (19)$$

где  $\sum_{i=1}^n S_{п.эл.i}$  — суммарная площадь печатающих элементов в полосе контакта.

К давлению печатания предъявляются два основных требования:

1) для передачи слоя краски одинаковой толщины с каждого печатающего элемента формы на бумагу давление печатания должно быть одинаковым по всей площади печатной формы;

2) величина давления должна быть неизменной на всем протяжении печатания тиража.

#### **5.4. Основная диаграмма печатного процесса. 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. Данная зависимость во многих случа-

ях может служить основой для оценки правильности выбора важнейших технологических параметров печатного процесса (давления, толщины слоя краски на форме). Впервые такая зависимость (основная диаграмма печатного процесса) была построена для высокой печати П. А. Попрядухиным. Данная диаграмма была получена по оттискам, отпечатанным с формы-плашки.

Переход краски с формы на бумагу, кроме давления, зависит от ряда других факторов:

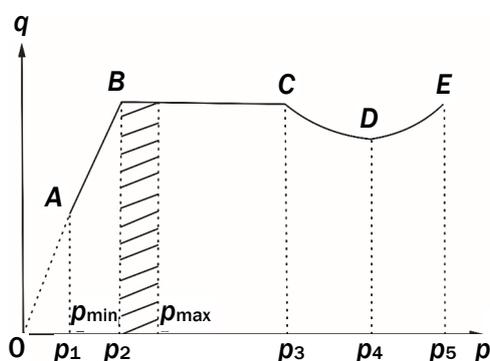
- 1) типа печатной формы;
- 2) толщины слоя краски на форме;
- 3) времени контакта бумаги с краской при получении оттиска;
- 4) состояния поверхности бумаги (шероховатости);
- 5) влажности бумаги;
- 6) печатно-технических свойств краски (главным образом вязкости);
- 7) климатических условий помещения (температура, влажность).

Чтобы оценить влияние 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. 44) отложено давление  $p$  (Па), по оси ординат — количество краски  $q$ , переданной с формы на  $1 \text{ см}^2$  запечатываемой бумаги. С помощью диаграммы необходимо определить минимальную величину давления, обеспечивающую максимальный переход краски с формы на бумагу.

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



**Рис. 44.** Основная диаграмма печатного процесса

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, уменьшается 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 обратный 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, переходящей с формы на бумагу, вновь увеличивается с возрастанием давления. Это объясняется тем, что при таких больших величинах давлений 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 обратный рельеф, достаточно высокую оптическую плотность и отличаются значительными графическими искажениями элементов изображения. Величины давлений на участке  $p_4-p_5$  также нельзя считать рабочими давлениями.

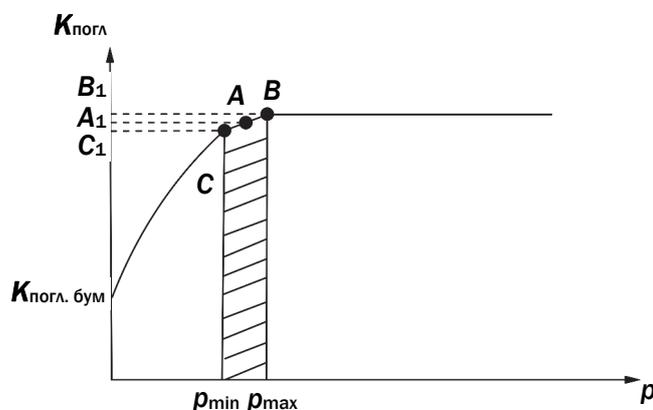
Таким образом, из диаграммы видно, что рабочими давлениями могут считаться давления в пределах  $p_2-p_3$ . Однако чем выше давление (ближе к точке  $p_3$ ), тем больше будет обратный рельеф на оттисках, быстрее будет наступать износ печатной формы, труднее режим работы печатной машины. Иными словами, 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 обратного 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 перегибов  $A$  кривой (рис. 45) 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.



**Рис. 45.** 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 с точки  $B$ , диаграмма представляет собой прямую линию, практически параллельную оси абсцисс, что говорит о том, что при изменении величины давления в широких пределах возможно лишь незначительное увеличение количества краски на оттисках.

## **5.5. Декели печатных машин и их деформационные свойства. Особенности развития деформаций в условиях реального печатного процесса**

Назначение декеля при кинематическом способе задания давления состоит в создании легко регулируемого по величине давления печатания. Упруговязкому декелю присуща также способность частично компенсировать разброс давления, вызываемый неточностью изготовления, недостаточной жесткостью печатного устройства и отклонениями от номинальных значений толщины печатной формы и декеля. Декели, применяющиеся в печатных машинах различных типов и разных способов печатания, многообразны по своему составу.

В машинах высокой печати применяются, как правило, многослойные декели, состоящие из листов картона и бумаги разной жесткости. Для повышения упругих свойств декелей в их состав вводят текстовинит, тонкое пробковое полотно, прорезиненные ткани, синтетические пленки, а также специальные декельные материалы.

В офсетных печатных машинах в качестве декельных материалов используют специальные резинотканевые пластины различной жесткости. Кроме них в состав декеля могут входить картон (различной толщины и жесткости), текстовинит (раньше широко применялась шерстяная кирза) и другие материалы. Офсетные резинотканевые пластины, являющиеся основной составляющей частью декеля, представляют собой, как правило, многослойную прорезиненную ткань с односторонним резиновым покрытием. Все более широко начинают применяться резинопробковые декельные материалы, резинотканевые пластины с микропористым слоем и др.

В листовых машинах глубокой печати, как правило, применяют составной декель. Он может включать резиновое полотно и находя-

щиеся под ним листы картона или плотной бумаги. В современных рулонных машинах глубокой печати печатный цилиндр не имеет составного декеля, а, как правило, целиком покрыт обрешиненным слоем, выполняющим роль декеля.

Все названные материалы, используемые в составе декелей различных печатных машин, относятся к особой группе — группе высокополимерных материалов.

В отличие от твердых тел, которым свойственна большая прочность при очень малых величинах обратимых деформаций, и от жидкостей, для которых характерна способность к неограниченным деформациям при отсутствии ощутимой прочности, высокополимерные материалы обладают достаточной прочностью при больших величинах обратимых (высокоэластических) деформаций. С точки зрения молекулярного строения высокополимерные материалы — это вещества, состоящие из очень больших линейных или разветвленных молекул, образованных из многих химических 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 перемещаться 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 связан с малыми и быстрыми смещениями отдельных участков звеньев; второй — с медленным перемещением во времени групп звеньев молекулы. Любое взаимное перемещение участков цепных молекул или их звеньев требует определенного времени.

Поэтому полимерам свойственен набор времен установления механических равновесий (времен релаксации), вследствие чего механические свойства полимеров всегда зависят от продолжительности их де-

формации. При длительном внешнем силовом воздействии на полимеры им свойственно явление ползучести, т. е. развития (накапливание) деформации во времени.

## 5.6. Методы оценки краскопереноса

Перенос краски с формы на запечатываемый материал, т. е. получение оттиска — решающая стадия всего печатного процесса. Сущность стадии переноса печатной краски заключается не только в том, чтобы 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 мкм) слоя краски между красконесущей и красковоспринимающей поверхностью, но и в переносе красочного изображения.

С технико-технологической точки зрения наиболее полное и всестороннее суждение о характере краскопереноса можно получить на основании оценки следующих параметров:

1) количества краски, переносимой на запечатываемый материал при различной подаче ее на форму;

2) особенностей распределения краски на поверхности и в толще запечатываемого материала, предопределяющих четкость контуров изображения, размерные (графические) характеристики, тщательность проработки запечатанных и незапечатанных участков в границах красочного изображения, равномерность (т. е. однородность) поверхностной структуры составляющих его элементов, а также градационные и цветовые особенности воспроизводимой информации.

В наиболее общем виде количество краски, переносимой на запечатываемый материал  $y$ , является функцией двух взаимосвязанных переменных величин:

1) 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  $S_{\text{эфф}}$ , т. е.  $y = F(x, S_{\text{эфф}})$ .

При этом под эффективной площадью поверхности контакта подразумевается фактическая величина площади соприкосновения бумаги с краской при данных условиях осуществления печатного процесса. Следовательно,  $S_{\text{эфф}}$  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 является краскостойкость бумаги, определяемая 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.

Краскостойкость 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  $K_{\text{пер}}$ , %, определяется выраженным в процентах отношением количества (или толщины слоя) краски, перешедшей на оттиск ( $q_{\text{отт}}$  или  $h_{\text{отт}}$ ), к количеству (или толщине слоя) краски на форме до печатания ( $q_{\text{ф}}$  или  $h_{\text{ф}}$ ), т. е.

$$K_{\text{пер}} = \frac{q_{\text{отт}}}{q_{\text{ф}}} 100. \quad (20)$$

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:

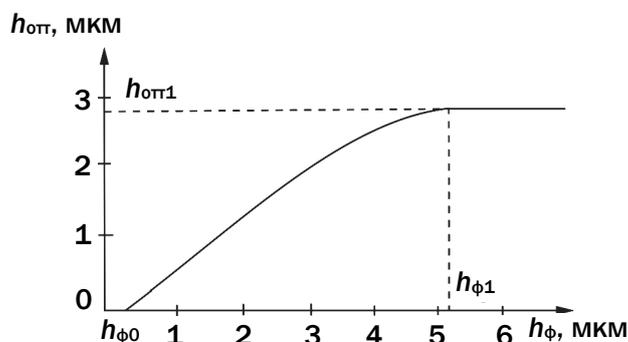
$$V = \frac{h_{\text{отт}}}{h_{\text{ф}} - h_{\text{отт}}}. \quad (21)$$

## **5.7. 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) 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. 46).



**Рис. 46.** Зависимость перехода краски с формы на бумагу от толщины слоя краски на печатной форме

Зависимость перехода краски с формы на бумагу от толщины слоя краски на форме представляет собой прямую линию, идущую под некоторым углом к оси абсцисс и отсекающую на ней отрезок  $h_{ф0}$ , соответствующий толщине «связанного» слоя краски на форме. При некотором значении  $h_{ф}$  она переходит во вторую прямую линию, параллельную оси абсцисс.

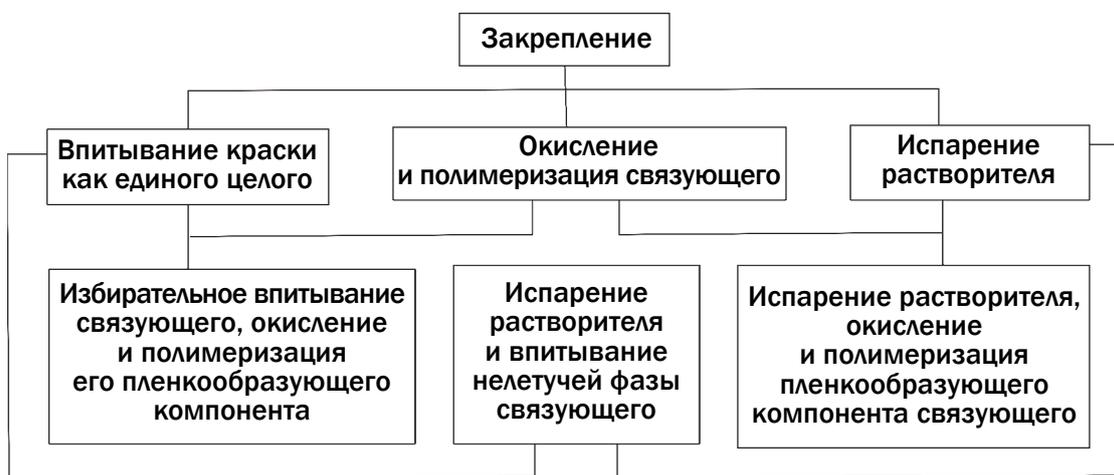
## 5.8. Назначение и сущность процесса закрепления краски

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. С другой стороны, 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, а также реальное представление о возможностях ускорения процесса закрепления и предотвращения появления дефектов.

Поведение краски непосредственно в процессе получения оттиска предопределяется главным образом совокупностью реологических свойств ее связующего. И именно связующее, его состав, реологические 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. 47).



**Рис. 47.** 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, обуславливаемой 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.

Подобно переносу краски на запечатываемый материал (бумагу), ее закрепление на оттиске также будет сопровождаться более или менее заметным впитыванием, которое, в зависимости от способа печатания, типа краски, характера запечатываемого материала и условий проведения печатного процесса, может играть на этой стадии доминирующую или второстепенную роль.

Большое значение с точки зрения рационального построения технологического процесса, осуществляемого в печатном цехе, и взаимосвязи его с последующими (брошюровочно-переплетными или отделочными) операциями имеет разделение процесса закрепления на две стадии: первичное и окончательное закрепление.

## **5.9. 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 закрепления красок в практике печатных процессов широко используются разнообразные дополнительные методы и средства.

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, данные соли разрушают кислородные связи в молекулярной структуре дисперсионной среды и образуют радикалы, которые последовательно «сшивают» между собой соседние молекулы связующего, т. е. инициируют его полимеризацию, ускоряя тем самым процесс пленкообразования.

Катализируемое сиккативами химическое закрепление подвержено влиянию кислотности бумаги, природы пигмента, а также внешних условий (температуры, влажности воздуха).

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 содер-

жанием 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. 48.

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

Достоинства метода ИК-излучателей:

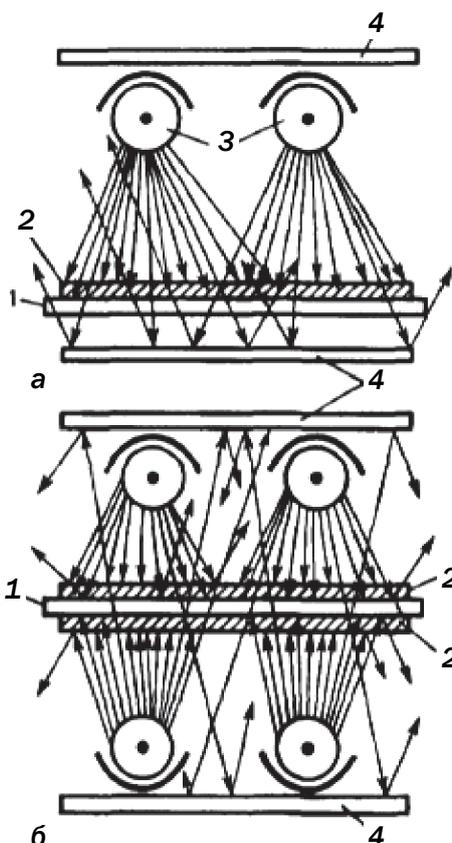
1) совместимость связующего красок, предназначенных для обработки инфракрасным излучателем, с красками офсетной и высокой печати, а также флексографской и глубокой печати;

2) существенное, по сравнению с естественным закреплением, сокращение времени «схватывания», что обеспечивает более быстрое формирование на оттиске окончательного красочного слоя;

3) значительное (на 50–80%) уменьшение расхода или полное исключение из технологического процесса противотмарочных средств, что способствует сокращению продолжительности непроизводительных простоев печатного оборудования, связанных с выполнением его чистки, смывки и других вспомогательных операций;

4) повышение качества отпечатанной продукции: прежде всего улучшение четкости, точности цветопередачи (по причине снижения

вероятности изменения цвета в процессе закрепления краски), насыщенности и глянцеvitости оттиска.



**Рис. 48.** 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

Введение в краску добавок, чувствительных к ИК-излучению и способствующих инициированию реакции полимеризации, делает возможным осуществление самой реакции без дополнительного подвода тепла, что значительно снижает энергоемкость облучающего устройства.

Данный метод связан с созданием красок, в которых использованы новые синтетические смолы с ограниченной (регулируемой) растворимостью в сочетании со специально компонованными растворителями и минимальным количеством высыхающих масел. Баланс растворителей и смол в этих красках оказывается настолько критичным, что даже без нагрева они закрепляются примерно в 10 раз быстрее, чем обычные быстрозакрепляющиеся краски. Позже появились краски, способные закрепляться не только в результате поглощения тепла,

выделяемого ИК-излучателем, но и в результате активизации термочувствительных добавок.

Технологически важной характеристикой ИК-излучателей является длина волны излучения. Именно она определяет величину энергии нагрева, которая, в свою очередь, в сочетании с термоаккумулирующей способностью красок (зависящей от их цвета и толщины слоев на оттиске) обуславливает скорость их закрепления. При этом краски черного цвета под действием ИК-излучения закрепляются более интенсивно.

Подтвержденные опытом недостаточная энергетическая эффективность и высокая энергоемкость (связанные с прогревом бумажного листа по всей его толщине), неэкономичность и пожароопасность (из-за необходимости продолжительного охлаждения) длинноволновых (10 нм и более) ИК-устройств обусловили переход к разработке и практическому внедрению излучателей средне- и коротковолнового типа, характеризующихся меньшей энергией излучения, но большей его эффективностью, поскольку главная область его воздействия — красочное покрытие и приповерхностные слои бумажного листа. Оптимальным для закрепления красок диапазоном излучения является 1200–3500 нм (при этом для многокрасочного печатания целесообразно использовать более длинноволновую его половину).

Однако в целом этот метод представляет собой паллиативное решение, не обеспечивающее мгновенного закрепления краски.

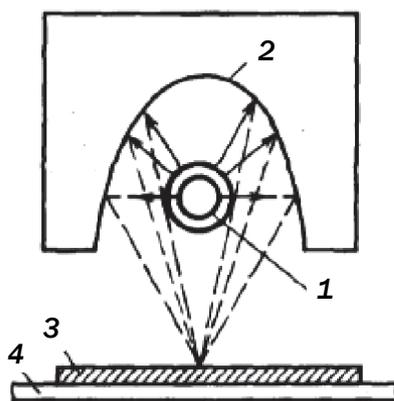
Источником УФ-излучения являются кварцевые лампы мощностью до 10 кВт. Рефлекторы для ламп УФ-излучения, встраиваемые в печатные машины, выполняются в виде полуэллипса, в фокусе которого находится лампа, располагающаяся от поверхности бумажного листа или полотна на 12 см. Температура на поверхности лампы 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. 49.

К важнейшим преимуществам систем УФ-облучения относятся:

1) высокая скорость закрепления, позволяющая без применения каких бы то ни было дополнительных средств осуществлять как двустороннее, 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.



**Рис. 49.** Устройство для ультрафиолетового облучения оттисков:  
 1 — источник излучения; 2 — рефлектор;  
 3 — красочный слой; 4 — бумага

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

- 1) отсутствие в составе красок вредных компонентов, выделяемых в атмосферу;
- 2) возможность сохранения красок на валиках печатной машины в течение нескольких дней, поскольку в обычных условиях их закрепление оказывается затяжным процессом;
- 3) невысокая чувствительность красок к величине рН увлажняющего раствора, а также к кислотности и влажности бумаги;
- 4) большая механическая прочность и высокая химическая стойкость закрепленного слоя;
- 5) 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.

Таким образом, в настоящее время прослеживается тенденция к комплексному решению проблемы ускорения закрепления печатных красок. Основой такого решения является разработка и применение специальных красок, обладающих высокой химической активностью, способность которых закрепляться с повышенной скоростью проявляется только в определенных условиях — при использовании различ-

ных средств возбуждения активности красочного слоя сразу же после переноса его на запечатываемый материал: в одном случае это лучи, обладающие высокой энергией, в другом — катализаторы, вводимые в краску, бумагу или одновременно в оба материала. Вместе с тем продолжают достаточно широко использоваться и традиционные физические, химические и физико-химические методы закрепления красок, удовлетворяющие (хотя в ряде случаев далеко не по всем параметрам) требованиям современного высокоскоростного печатного процесса [1].

## **5.10. Причины и характер износа форм в высокой печати**

Тиражестойкость печатных форм — это возможность получения с форм максимального количества оттисков, качество которых отвечает требованиям, предъявляемым к определенным группам печатных изданий. Большая тиражестойкость форм позволяет повысить коэффициент использования печатных машин, сделать более стабильным процесс изготовления оттисков и их качество, а также в результате уменьшения количества форм, требуемых для печатания, снизить себестоимость печатной продукции.

Тиражестойкость форм определяется сложным комплексом взаимосвязанных факторов, отражающих, с одной стороны, способ их изготовления и особенности применяемых материалов, а с другой — условия использования их в печатной машине.

Все факторы, влияющие на тиражестойкость печатных форм, можно разделить на две группы:

1) факторы, зависящие от индивидуальных физико-механических и физико-химических особенностей печатных форм;

2) внешние (изнашивающие) факторы, не связанные с формами, а определяющиеся принципиальными особенностями способа печати, типом печатной машины и видом печатных материалов.

Независимо от способа печатания, природы формных материалов и вида печатных форм особенности поведения их в печатном процессе определяются двумя основными факторами: циклическим характером нагружения и трением между печатной формой и контактирующими с нею элементами и поверхностями.

В процессе печатания любым способом форма испытывает воздействия:

1) при нанесении краски при помощи накатных валиков и удалении ее избытка;

2) при получении оттиска (или переносе изображения на промежуточную поверхность в офсетной печати).

Данное воздействие выражается, прежде всего, в проскальзывании формы по контактирующим с ней поверхностям в условиях большего или меньшего трения, однако только в высокой и флексографской печати наблюдается еще и вдавливание печатающих элементов формы в накатные валики и бумагу, опирающуюся на декель. Это вдавливание вызывает растяжение эластичной облицовки валиков и бумаги и сопровождается возникновением дополнительного скольжения и трения, вызывая износ формы.

В высокой печати неравномерное распределение давления приводит к тому, что зоны концентрации напряжений, распределяющиеся по периметру отдельно стоящих и сгруппированных печатающих элементов, являются особенно чувствительными к износу. В этих зонах происходит наиболее интенсивное сошлифовывание и износ элементов формы.

Величина краевого эффекта зависит от положения печатающих элементов на форме, величины угла между боковой гранью и рабочей поверхностью, а также глубины вдавливания печатающего элемента в эластичную облицовку накатного валика красочного аппарата, в бумагу и декель. Это приводит к тому, что износ печатающих элементов по площади и во времени будет неравномерным.

Данное явление может быть обобщенно представлено графически как зависимость суммарной величины износа печатных форм от продолжительности печатания (рис. 50).

В общем виде данная зависимость соответствует концепции трехстадийного износа, которая включает:

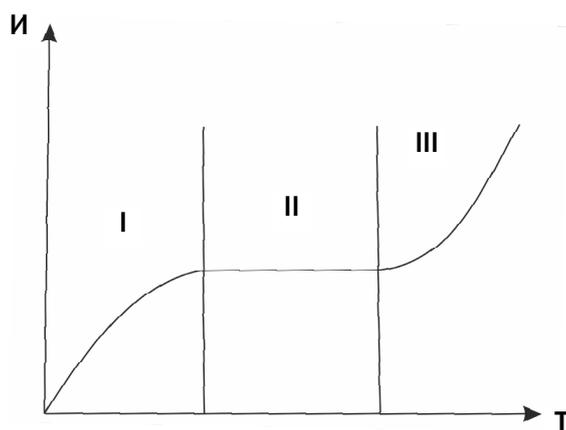
1) начальный износ, или приработку, во время которого происходит преобразование поверхности от ее начального состояния к установившемуся;

2) установившийся износ, характеризующийся постоянством условий трения и неизменной скоростью;

3) усиленный износ, вызываемый изменениями условий работы трения и возрастанием интенсивности истирания.

В начальный период печатания тиража (I на рис. 50), находящийся для фотополимерных форм в интервале от 0 до 50 тыс. оттисков, форма прирабатывается, сошлифовываются шероховатости, уменьшается глубина пробелов. Последний фактор для фотополимерных печатных форм связан с их усадкой, обуславливаемой объемной деформацией оснований элементов, обладающих меньшей степенью деформационного сшивания.

Период приработки сопровождается образованием вторичных структур, возникающих в результате трансформации микроструктуры полимеров в условиях трения. Эти и другие изменения способствуют наступлению относительного постоянства условий эксплуатации форм и скорости износа, т. е. переходу к стадии установившегося износа (II на рис. 50). В данном интервале времени (или количества циклов работы машины, который для фотополимерных форм составляет от 50 до 300–500 тыс.) скорость разрушения вторичных структур не превышает скорости их образования и показатели качества меняются незначительно.



**Рис. 50.** Кинетика изменения показателей износостойкости печатных форм в процессе печатания

Наступление стадии усиленного износа (III на рис. 50) характеризуется значительными изменениями показателей качества оттисков. Усиленный износ полимерных печатных форм объясняется механическими процессами, приводящими к «утомлению» этих форм в условиях циклических нагрузок. Первичной реакцией при «утомлении» является разрыв химических связей с образованием свободных макрорадикалов, инициирующих вторичные реакции различных типов.

Большое влияние на тиражестойкость форм высокой печати оказывают режимные и технологические факторы.

1) Влияние скорости печатания, обуславливающей величину, периодичность и направление знакопеременных нагрузок, определяется, прежде всего, связанным с ней изменением давления и, следовательно, характера деформирования приповерхностных слоев контактирующих материалов.

2) Состав и структура декеля, а также структурно-механические свойства бумаги, определяющие необходимое давление и глубину

вдавливания печатающих элементов. При использовании декелей и бумаги различной жесткости износ форм будет неодинаковым, увеличиваясь при уменьшении жесткости декеля (в результате повышения глубины вдавливания печатающих элементов) и применении более жесткой бумаги (в результате более интенсивного истирания их рабочей поверхности).

3) Влияние присутствия краски на тиражестойкость печатных форм носит двоякий характер. С одной стороны, обладая свойствами смазки, она в определенной степени снижает коэффициент трения между формой и бумагой и соответственно уменьшает износ форм. С другой стороны, краска воздействует на форму как абразив.

4) Влияние на износ печатной формы оказывает температура в процессе печатания. Нагрев особенно опасен для полимерных формных материалов, характеризующихся недостаточно высокой теплопроводностью и термостойкостью. Изменение температуры приводит к изменению всех физико-механических свойств полимеров, в том числе и наиболее важных с точки зрения их износостойкости (прочности, характера деформационного поведения, износа, сопротивления усталости).

5) Избирательность воздействия рабочей среды (красок и их связующих, растворителей, влаги и т. п.) определяется молекулярной природой материалов, межмолекулярным взаимодействием, проникновением молекул среды в формный материал, набуханием материала и структурными изменениями.

6) Графический состав формы способствует неравномерному распределению давления по ее площади и, следовательно, неодинаковому износу отдельных групп печатающих элементов.

### **5.11. Субъективные и объективные критерии оценки качества печатного изображения**

Качество воспроизведения изображения на оттисках определяется субъективными особенностями зрительного восприятия изображения и объективными возможностями полиграфической технологии и техники репродуцирования.

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.

Это позволяет сделать вывод: любое изображение характеризуется совокупностью отдельных свойств, поэтому изменение хотя бы одного из них всегда будет приводить к ухудшению его качества. Следовательно, каждое из таких свойств является дифференцированным показателем качества воспроизведения.

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.

Под качеством продукции понимается совокупность ее свойств, определяющих степень пригодности продукции для использования по назначению и соответствующих требованиям нормативных документов, в первую очередь ГОСТов, а при их отсутствии — ОСТов, технических условий и инструкций. В этих документах указываются не только номинальные значения единичных показателей качества, но и допустимые отклонения их от номинала.

Качество печатного изображения обычно оценивается на основании определения значений следующих единичных показателей:

- 1) оптическая плотность;
- 2) цветовой тон, чистота цвета, светлота;
- 3) совмещение отдельных красок;
- 4) четкость воспроизведения;
- 5) растискивание;
- 6) равномерность распределения краски на оттиске.

Каждый из этих показателей может быть измерен и выражен размерными (или безразмерными) единицами. Оптическая плотность определяется на денситометре, и ее значения выражаются в единицах оптической плотности. Цветовые характеристики устанавливаются измерением цвета выбранных участков оттиска на спектрофотометре или на трехфильтровом денситометре и рассчитываются.

Совмещение отдельных красок определяется по специальным меткам или шкалам, расположенным на оттиске, и измерение степени расхождения (или совпадения) их оценивается с помощью измерительной лупы или микроскопа. Четкость воспроизведения отдельных растровых элементов, штрихов также определяется с помощью измерительного микроскопа.

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 [1].

## **Вывод к главе 5**

*Рассмотрена технология компьютер – печатная машина, по которой запись информации осуществляется поэлементно непосредственно с компьютера на переменную (Computer-to-Print) или постоянную (Computer-to-Press) печатную форму.*

*Уделено внимание входному контролю материалов печатного процесса и его роли в обеспечении бесперебойной работы печатного*

*оборудования; технологической характеристике красочных аппаратов машин высокой и офсетной печати; технологическим функциям давления в печатном процессе. Описано назначение и сущность процесса закрепления краски на основании диаграммы печатного процесса. Приведены понятия о допустимом диапазоне давлений; декели печатных машин и их деформационные свойства; особенности развития деформаций в условиях реального печатного процесса.*

*Рассмотрены современные методы ускорения закрепления печатных красок, а также субъективные и объективные критерии оценки качества печатного изображения.*

## Глава 6

# ЦИФРОВЫЕ ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ

### 6.1. Система непосредственной записи формы в машине

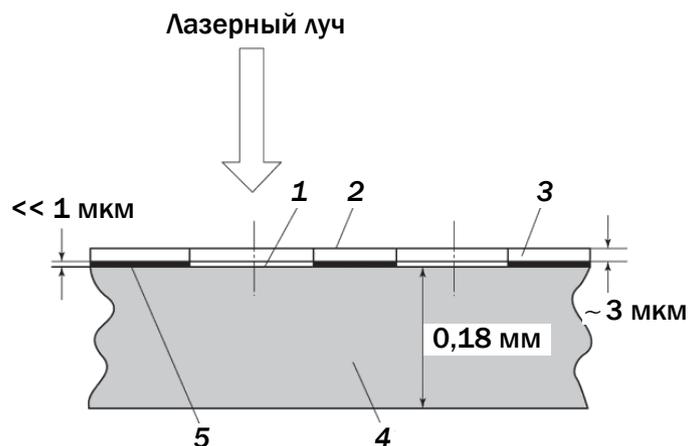
Цифровые печатные машины можно разделить на две группы.

Машины первой группы предусматривают запись печатных форм автоматически непосредственно на своем формном цилиндре, а печать осуществляется традиционным, например, офсетным способом. Технология таких машин называется «Computer-to-Press».

В машинах второй группы реализуется прямая цифровая печать, т. е. каждый оттиск изображения получается непосредственно из цифрового массива и из технологического цикла выпадает процесс подготовки и изготовления вещественной печатной формы. В этих машинах перед получением каждого оттиска записывается свое изображение на специальном носителе. Технология таких цифровых печатных машин называется «Computer-to-Print».

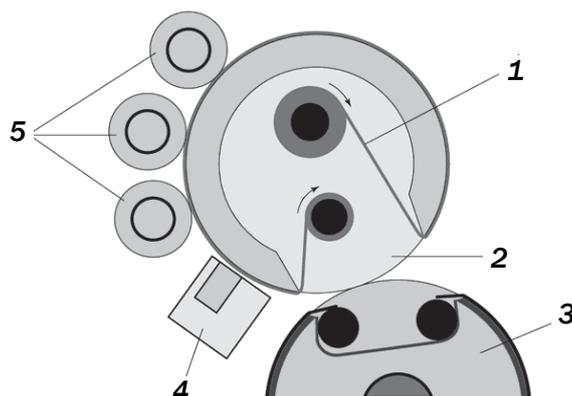
Цифровые печатные машины, на формном цилиндре которых осуществляется изготовление печатной формы, соединяют в себе рекордер для лазерной записи формы и собственно печатную машину. Изготовление форм в печатных машинах происходит под действием лазерного излучения с использованием различных технологий.

Одной из них является лазерная обработка тонких пленочных покрытий, применяемая в рекордерах для записи форм. Примером такой цифровой печатной машины является офсетная машина для печати без увлажнения форм («сухой офсет»). Машина (рис. 51) использует рулонный формный материал толщиной 0,18 мкм на полиэстровой основе 4 с нанесенным теплопоглощающим 5 и силиконовым 3 слоями. Поверхность 2 силиконового слоя отталкивает краску и образует пробельные элементы. Проэкспонированные лазерным лучом поверхности силиконового слоя под действием тепла, создаваемого инфракрасным лазером (830 нм), удаляются, образуя печатные элементы 1, которые воспринимают краску.



**Рис. 51.** Структура формного материала цифровой печатной машины

Рулон формного материала рассчитан на 35 печатных форм. Он устанавливается внутри формного цилиндра (рис. 52) и обладает тиражестойкостью около 20 000 оттисков при скорости печати до 10 000 отт/ч. Для замены формы формный материал перематывают с одного рулона на другой [8–11].



**Рис. 52.** Схема установки формного материала в цифровой печатной машине:  
 1 — рулонный формный материал;  
 2 — формный цилиндр; 3 — офсетный цилиндр;  
 4 — устройство удаления остатков формного материала;  
 5 — валики красочного аппарата

## 6.2. Специальные способы печатания

Трафаретная печать — это способ печати с форм, печатающие элементы которых пропускают через себя продавливаемую ракелем на запечатываемый материал краску, а пробельные задерживают ее.

В результате создается изображение, все элементы которого состоят из одинакового по толщине красочного слоя различной ширины [12].

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).

Листовая печать на автоматах составляет 2–2,5 тыс. отт/ч. В настоящее время трафаретная печать применяется для печати 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. Для изготовления трафаретных печатных форм используются те же копировальные процессы, что и при изготовлении форм для других способов печати. Копирование ведется в большинстве случаев со штриховых и реже с растровых диапозитивов, изготовление которых в принципе не отличается от изготовления аналогичных фотоформ для плоской офсетной печати. Однако при воспроизведении тоновых оригиналов используют низколинейтурные растры — от 10 до 30 лин./см (в зависимости от характера изображения и частоты используемой сетки).

Изготовление печатных форм трафаретной печати включает следующие этапы:

1) выбор и подготовка сетки-основы;

2) выбор и подготовка формной рамы;

3) натяжение и крепление сетки к раме;

4) подготовка 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 (число нитей на сантиметр);

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 привodka 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%.

Натяжение и крепление сетки осуществляется специальными устройствами, позволяющими обеспечить необходимую величину натяжения и контроль над этим процессом.

Подготовка сеток к изготовлению форм включает в себя очистку поверхности от пыли и грязи, обезжиривание, тщательную промывку водой и сушку.

В зависимости от формирования пробельных элементов на сетке-основе различают три способа изготовления форм: прямой, косвенный и комбинированный.

В прямом способе диапозитивы экспонируют непосредственно на сетку, натянутую на раму и покрытую копировальным слоем хромированного поливинилового спирта или фотополимеризующейся композиции. Экспонируют в пневматической копировальной раме или в другом устройстве. В результате прохождения света через прозрачные участки диапозитива находящийся под ними слой задубливается или полимеризуется. Экспонированную копию в зависимости от состава копировального слоя проявляют либо водой, либо специальным проявляющим

раствором и высушивают. Оставшийся на сетке копирующий слой образует пробельные элементы печатной формы. От его механической прочности и степени адгезии к сетке зависит тиражестойкость формы.

Прямой способ характеризуется простотой процесса и позволяет получать достаточно тиражестойкие формы (50–60 тыс. оттисков). Но графическая точность воспроизведения изображений при печатании с этих форм невысокая.

В косвенном способе экспонирование диапозитива осуществляется не на сетку, а на специально выпускаемый для этих целей копирующий материал. Он представляет собой временную бумажную или полимерную подложку с подслоем, на которую нанесен копирующий слой. Экспонированную копию проявляют водой или иным раствором (в зависимости от состава слоя).

Изображение, полученное на копирующем слое, переносят под небольшим давлением на обезжиренную сетку, получая, таким образом, пробельные элементы формы. Участки копирующего слоя располагаются только на поверхности сетки, что значительно повышает графическую точность изображения печатной формы. Но вследствие малой площади адгезионного контакта копирующего слоя с сеткой тиражестойкость формы значительно снижается (до 4–5 тыс. оттисков).

Комбинированный способ изготовления трафаретных форм характеризуется повышенной тиражестойкостью (12–15 тыс. оттисков) и достаточной четкостью воспроизведения мелких элементов изображения. Сущность этого способа в том, что копирующий слой формируется непосредственно на сетке с помощью пленочного светочувствительного материала и вспомогательного копирующего раствора. Это обеспечивает гладкую поверхность и хорошую адгезию слоя к сетке. Экспонирование и проявление ведется так же, как и в прямом способе.

Основной узел печатного аппарата — ракель, функция которого заключается в проталкивании краски на запечатываемый материал через открытые печатающие ячейки сетки. Он имеет форму пластины со скругленной или обработанной под определенным углом рабочей кромкой и изготавливается из эластичного материала (резины, полиэфируретана, полимерных материалов или тонкой стали). Ракель закреплен в специальном держателе.

Исследования механики процесса трафаретной печати показали, что переход краски через сетчатую форму на запечатываемую поверхность основан на гидродинамическом давлении, возникающем в массе краски в результате ее заклинивания между формой и подвижным наклонным ракелем. Рабочее давление по ширине клиновой зоны рас-

пределяется неравномерно и зависит от угла наклона ракеля, скорости его перемещения относительно формы, вязкости краски. Изменяя угол наклона ракеля, удобно управлять процессом перехода краски на запечатываемый материал и ее толщиной.

Для печатания способом трафаретной печати в полиграфической промышленности используют разнообразные трафаретные печатные машины. Их можно классифицировать по следующим признакам:

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 (для печатания 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.

### **Тампонная печать**

Одним из способов полиграфического оформления промышленных изделий является тампопечать, при которой используется передаточный элемент определенной формы — тампон, последовательно контактирующий с печатной формой и изделием. Данный способ позволяет наносить красочное изображение на поверхность готовых изделий практически без ограничений на их форму и фактуру.

Тампонная печать применяется для маркировки мелких деталей в электронной промышленности, в приборостроении, в легкой промышленности, в производстве детских игрушек, керамики, посуды, бизнес-сувениров и т. д. Печатание производится в одну или в несколько красок.

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.

Передача изображения происходит с формы глубокой печати (плоские пластины из металла или фотополимера с углубленными печатающими элементами) на запечатываемую поверхность с применением упругоэластичного тампона.

Изготовление форм на металлических пластинах включает следующие операции:

1) изготовление заготовок — пластин (шлифовка, полировка);

2) изготовление самой формы:

– нанесение копировального слоя и его сушка;

– экспонирование диапозитивов;

– проявление копии;

– окрашивание копии;

– придание ей стойкости к травящему раствору (химическое дубление и термообработка);

– закрытие лаком оборотной стороны и боковых граней;

– травление раствором хлорного железа;

– удаление защитного лака и копировального слоя.

Формы, полученные данным способом, применяются при воспроизведении штриховых изображений. Тиражестойкость – до нескольких миллионов экземпляров.

Изготовление форм на фотополимерных пластинах осуществляется следующим образом. Пластины имеют металлическую или полиэфирную основу. На основу нанесен фотополимерный слой толщиной 30–200 мкм. На пластину копируется изображение с диапозитивной фотоформы. Печатающие элементы вымываются в воде или спиртовом растворе в зависимости от вида фотополимера. Печатные формы могут быть использованы для воспроизведения как штрихового, так и растрового изображения (в том числе и полноцветного).

Важным элементом машин тампопечати является тампон. Тампоны изготавливаются из упругоэластичных материалов, способных после деформации восстанавливать свою форму без значительных остаточных деформаций. Форма тампона определяется размерами изображения и формой запечатываемой поверхности изделия.

Качество оттиска зависит в значительной мере от свойств тампона, т. е. его эластичности, твердости, степени обработки рабочей поверхности, восприятия и отдачи краски, устойчивости к воздействию истирающих усилий и т. п. Например, оптическая плотность оттиска будет зависеть от коэффициента переноса краски, графическая точность воспроизведения штрихов — от точности передачи изображения тампоном.

Материал тампона должен быть однородным, без каких-либо посторонних включений, имеющих другую твердость или упругость. Присутствие указанного недостатка может привести к браку.

### **Вывод к главе 6**

*Дальнейшее развитие технологии «Computer-to-Press» реализовалось в создании цифровых печатных машин. Они, по сути, являются выводными устройствами компьютерной системы доредакционной подготовки.*

*Применение цифровых печатных машин позволяет сократить сроки выпуска печатной продукции за счет сокращения технологического цикла, повысить качество продукции и гибкость производства за счет повышения уровня автоматизации и контроля технологических параметров, сократить номенклатуру оборудования и численность обслуживающего персонала.*

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ

### 7.1. Струйные принтеры

*Струйная печать* — это процесс регистрации информации, осуществляемый каплями чернил, вылетающими из сопла с высокой скоростью, обеспечивающей достижение поверхности, на которой и регистрируется информация. Струйная печать классифицируется по способу нанесения изображения и подразделяется на непрерывную и импульсную. Импульсная струйная печать, в свою очередь, подразделяется на пьезоэлектрическую, пузырьковую и печать твердыми чернилами. Струйная печать имеет некоторые недостатки. Так, например, до сих пор существует зависимость качества печати от вида бумаги. Пористая, рыхлая бумага приводит к расплыванию чернил, в результате чего линии и контуры теряют четкость. Недостатком струйной печати также является неоднородность размеров сопел и соответственно изменение размера капель и скорости их полета, что заметно сказывается на качестве. Еще один эффект, который способен снизить качество печати — это появление капель «спутников», которые неуправляемы и попадают в ненужное место на бумаге. Кроме того, изображения, созданные методом струйной печати, имеют два существенных недостатка: «водобоязнь» и склонность к выцветанию. Достоинство струйной печати по сравнению с электрофотографическим способом — это низкая стоимость цветного отпечатка, полученного на струйном принтере при практически одинаковом качестве. Для получения высококачественного изображения выпускаются принтеры с физическим разрешением 1440×720, 1200×1200, 2880×720, 2400×1200 dpi. Последние два значения разрешения обеспечиваются за счет двойного прохода печатающей головки принтера.

### 7.1.1. Непрерывная струйная печать

Непрерывную струйную печать более правильно называть капле-струйной, потому что струя чернил не является сплошной, а состоит из множества микроскопических капель.

В капле-струйном принтере (рис. 53) печатающая головка образует непрерывную капельную струю чернил, выбрасываемую под давлением за счет наложения на нее колебаний, получаемых с помощью, например, пьезоэлектрического генератора капель. Под действием переменного электрического напряжения кристалл пьезоэлектрика изменяет свой объем и выталкивает каплю из головки. Чернила под давлением постоянно подаются в печатающую головку из резервуара с помощью насоса. Для получения чернил определенной вязкости этот резервуар соединен с резервуаром растворителя. С помощью ускоряющего электрода, охватывающего выход из сопла, вылетающие капли приобретают электрический заряд. Таким способом может выбрасываться до миллиона капель в секунду. Их размеры зависят от геометрии сопел-распылителей и могут составлять всего лишь несколько микрон, а скорость, с которой они долетают до бумаги, достигает 40 м/с. Генератор изображения управляет направлением полета капель. Они попадают либо на бумагу в нужном месте, либо в уловитель и оттуда в резервуар чернил для повторного использования.

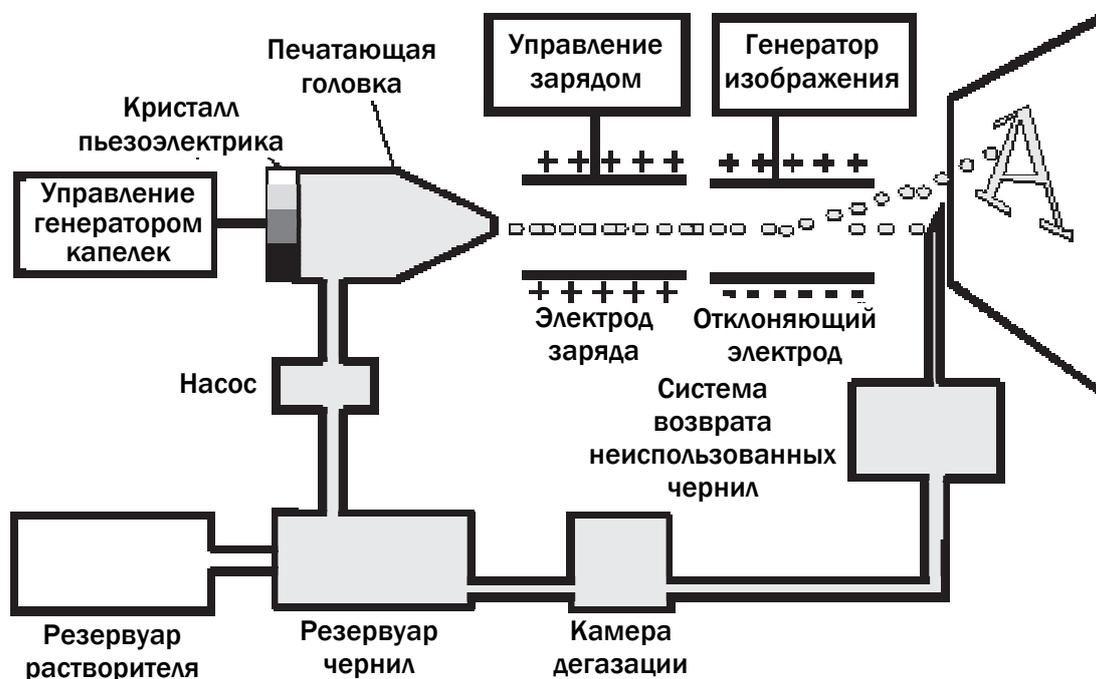


Рис. 53. Схема принтера непрерывной струйной печати

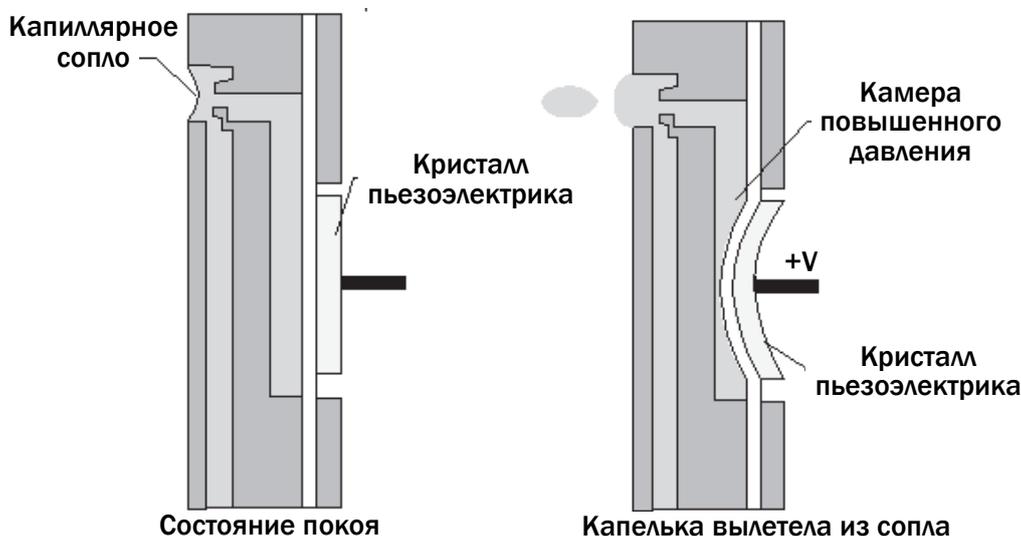
Основное достоинство струйных принтеров с непрерывной печатью — это возможность получать цветное изображение высокого качества. На нем совершенно неразличимы глазом точки, из которых оно сформировано.

### **7.1.2. Струйная импульсная печать**

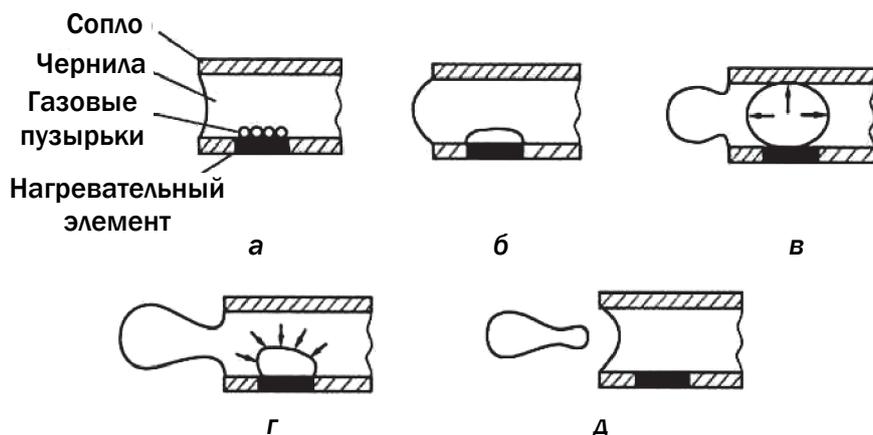
В отличие от капельно-струйной печати струйные принтеры импульсной печати «выстреливают» чернила только когда получают сигнал, т. е. это печать «по требованию». В печатающих головках импульсного типа капельный генератор выполнен в виде небольшой камеры, расположенной рядом с соплом. В камере в нужный момент создается избыточное давление, выталкивающее из камеры каплю чернил, которая и попадает на бумагу. Так, капля за каплей, точка за точкой формируется изображение. В капельных генераторах импульсных принтеров избыточное давление создается либо при помощи кристалла пьезоэлектрика, действующего как микропоршень на стенку камеры, либо за счет сильного теплового импульса, под действием которого образуется пузырек мгновенно испарившихся в камере чернил. Такие камеры некоторыми авторами называются пузырьково-струйными распылителями. Конструктивно пьезоэлектрические капельные генераторы выполнены в виде пьезотрубок «Siemens» или структурированных стеклянных пластинок с закрепленными на них небольшими пьезопластинками «Epson», а также в виде ламели пластинчатого пьезопреобразователя «Dataproducts», «Epson». Пластинчатые пьезопреобразователи сочетают в себе преимущества как плоских, так и трубчатых систем — высокую частоту распыления и компактную конструкцию. Несмотря на конструктивное разнообразие, все печатающие головки с пьезопреобразователями работают по одному принципу: избыточное давление в камере с чернилами создается с помощью пьезоэлемента, который изменяет свои размеры — выгибается при подведении к нему электрического напряжения (рис. 54), что уменьшает объем камеры. Из-за сравнительно высокой технологической сложности в изготовлении пьезоэлектрические печатающие головки дороже, чем пузырьково-струйные.

В печатающих головках пузырьково-струйная технология производится следующим образом (рис. 55). В стенку сопла встроен нагревательный элемент. При подаче на него сильного электрического импульса длительностью 3–7 мкс его температура резко возрастает до 500°C. В результате этого чернила начинают кипеть и образуют пузы-

рек пара с избыточным давлением до 10 бар. Это давление выталкивает чернила из сопла-распылителя, причем скорость полета капли достигает 10 м/с и более. После выталкивания капли пузырек схлопывается, чернила снова засасываются из резервуара в капиллярную трубку сопла.



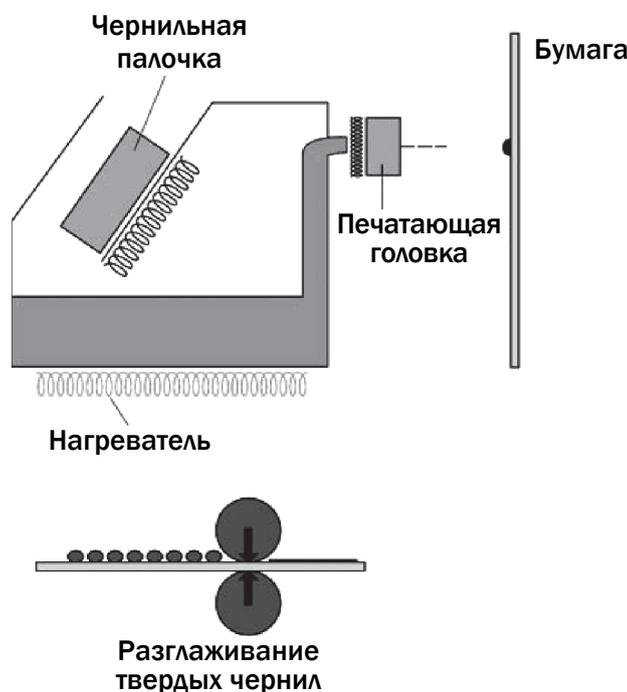
**Рис. 54.** Схема пьезоэлектрической головки



**Рис. 55.** Принцип работы пузырьковой печатающей головки

С самого начала пузырьково-струйные печатающие головки делятся на две группы. Компания «Canon» предпочитает систему с подачей чернильных капель перпендикулярно к направлению образования пузырьков. В печатающих головках фирмы используется способ прямого распыления, т. е. пузырьки и капли движутся в одном направлении. Важной особенностью пузырьково-струйных печатающих головок, использующих способ прямого распыления, является простота их изготовления, однако повышенное разряжение, возникающее в

капилляре, после опадения пузырька вызывает сильный гидравлический удар чернил о поверхность нагревательного элемента, что является недостатком и в конечном итоге может вызвать его повреждение. К струйным принтерам импульсного типа относятся также принтеры с твердыми чернилами, которые в процессе печатания изменяют фазу своего состояния. В этих принтерах (рис. 56) четыре цветные восковые палочки, соответствующие базовым цветам, — голубая, пурпурная, желтая и черная — закладываются в печатную головку. Нагреватели расплавляют воск, при температуре 90°C он переходит в жидкое состояние и стекает в резервуар с подогревом, где чернила поддерживаются в жидкой фазе во время работы принтера. Для получения изображения печатающее устройство откачивает небольшое количество чернил из резервуара и затем дополнительно нагревает его. Электронное устройство «выстреливает» мельчайшие капли чернил в тот момент, когда это требуется. При контакте с бумагой чернила мгновенно переходят в твердую фазу, поэтому они не впитываются в бумагу, а остаются на ее поверхности. При этом полностью отсутствует эффект расплывания чернил, присущий любым жидким чернилам. Но поскольку капли застывают мгновенно, поверхность изображения становится шершавой. Поэтому лист бумаги с изображением прокатывают через валики, которые расплющивают застывшие капли твердых чернил и придают изображению приятный глянцевый вид.



**Рис. 56.** Схема струйной печати со сменой фаз

Главное преимущество струйной печати со сменой фаз перед другими струйными технологиями заключается в ее высоком качестве по причине отсутствия впитывания чернил в бумагу. Единственный недостаток — высокая стоимость печати [3].

## **7.2. Конструктивные особенности картриджей струйных принтеров**

Исходя из конструкции картриджей струйных принтеров, условно их можно разделить на три типа:

1) картридж, совмещающий в одном корпусе (сменном блоке) печатающую головку и емкость для чернил;

2) картридж, имеющий в виде сменного блока только емкость для чернил. Печатающая головка не съемная, она установлена непосредственно в принтере;

3) картридж в виде съемного блока. Емкости для чернил снимаются с печатающей головки. Печатающая головка также съемная.

Для обеспечения долговечной работы принтера и получения максимальной экономической отдачи от расходных материалов необходимо уделять должное внимание струйным картриджам (СК) при их хранении, использовании и заправке.

Следует отметить, что технология струйной печати базируется на использовании специальных чернил, быстро высыхающих при контакте с воздухом. В нормальном состоянии тонкие каналы печатающей головки наполнены чернилами. Если чернила в картридже заканчиваются, то в каналы печатающей головки попадает воздух и происходит их закупорка по причине высыхания оставшихся там чернил. Чаще всего проблемы возникают из-за несвоевременной замены картриджа, а также при их заправке. Поэтому, чтобы предотвратить потерю достаточно дорогого картриджа, следует придерживаться следующих рекомендаций.

### **7.2.1. Рекомендации по эксплуатации и обслуживанию картриджей первого типа**

1) Картридж необходимо заправлять чернилами заранее (до их полного окончания).

2) Если нет возможности немедленно заменить опустевший картридж новым, чтобы картридж не высохал, действуют в следующей последовательности:

- снимают старый картридж из принтера;
- заклеивают специальной лентой его сопла (этой лентой заклеены сопла на новых картриджах). Если специальной ленты для заклейки сопел картриджа нет, заворачивают картридж в салфетку, обильно пропитанную водой;

- помещают картридж в целлофановый пакет и плотно его закрывают. Картриджи, упакованные подобным образом, могут храниться несколько дней.

3) Нельзя применять канцелярский скотч или электротехническую изоляционную ленту для заклеивания сопел картриджа.

4) Если картридж хранится пустым, то перед его заправкой к соплам на несколько часов прикладывают салфетку, смоченную специальной промывочной жидкостью.

5) Не следует прикасаться пальцами к контактными площадкам и соплам картриджа.

### **7.2.2. Рекомендации по эксплуатации и обслуживанию картриджей второго и третьего типа**

Не следует игнорировать информацию от принтера о низком уровне чернил в картридже. В этом случае принимают меры по замене картриджа либо его заправке.

Извлекать картридж из принтера для его замены можно только на небольшой промежуток времени (около одной минуты). В течение этого времени запасной картридж должен быть установлен обратно, так как при снятом картридже воздух свободно проникает к тонким каналам печатающей головки и может высушить чернила в ней.

Необходимо иметь запасной картридж, чтобы при необходимости быстро заменить закончившийся.

### **7.3. Восстановление высохшей печатающей головки**

Если принтер стал печатать некачественное изображение или совсем не печатает, это может указывать на высыхание чернил в каналах печатающей головки.

Наиболее часто высыхает печатающая головка, когда картридж извлекается из принтера на продолжительное время. Сравнительно реже высыхает печатающая головка в принтере, который длительное время не эксплуатировался.

Существует несколько способов восстановления неработоспособной печатающей головки. Необходимо иметь в виду, что печатающая головка, длительное время хранящаяся без защиты от проникновения воздуха, может не поддаваться полному восстановлению.

### **7.3.1. Восстановление печатающей головки на картридже первого типа**

Если степень высыхания печатающей головки незначительна (на печатаемом изображении есть пропуски), извлекают картридж из принтера и кладут его соплами (место контакта картриджа с бумагой) вверх. На сопла прикладывают салфетку, смоченную специальной промывочной жидкостью (например, производства Fullmark или InkMaster). Через час устанавливают картридж на принтер и выполняют несколько «циклов очистки». Если качество печати остается неудовлетворительным, повторяют процедуру снова.

Если предыдущие действия не привели к положительному результату, поступают следующим образом:

- в небольшую емкость наливают специальную восстанавливающую жидкость до уровня 10–15 мм от дна;
- кладут в емкость салфетку, устанавливают на нее картридж соплами вниз и оставляют на 12–24 ч. Для того чтобы восстанавливающая жидкость не испарялась, накрывают емкость крышкой;
- после этого извлекают картридж, промокают его сопла сухой салфеткой, устанавливают в принтер и выполняют несколько «циклов очистки».

### **7.3.2. Восстановление печатающей головки принтера, использующего картриджи второго типа**

Последовательность действий:

- извлекают емкость (или емкости) для чернил из печатающей головки принтера;
- на медицинский шприц с толстой иглой надевают резиновую трубку;
- заполняют шприц небольшим количеством восстанавливающей жидкости (1–2 мл);
- надевают второй свободный конец трубки на пластмассовую иглу внутри печатающей головки принтера и заливают под давлением восстанавливающую жидкость в иглу печатающей головки (для цветной головки необходимо обрабатывать каналы всех цветов одновременно);

- по истечении некоторого времени (несколько часов) снимают трубку с иглы головки, устанавливают новый картридж и выполняют несколько «циклов очистки» головки;
- если качество печати остается неудовлетворительным, повторяют предыдущие процедуры несколько раз, увеличивая каждый раз вдвое время воздействия жидкости на печатающую головку.

### **7.3.3. Восстановление печатающей головки картриджа третьего типа**

Последовательность действий:

- снимают картридж из принтера;
- извлекают емкость (или емкости) для чернил из картриджа;
- на медицинский шприц с толстой иглой надевают резиновую трубку;
- заполняют шприц небольшим количеством восстанавливающей жидкости (1–2 мл);
- надевают второй свободный конец трубки на пластмассовую иглу внутри печатающей головки картриджа и заливают под давлением восстанавливающую жидкость в иглу печатающей головки (для цветной головки необходимо обрабатывать каналы всех цветов одновременно);
- по истечении некоторого времени (несколько часов) снимают трубку с иглы головки, устанавливают емкость (или емкости) для чернил и выполняют несколько «циклов очистки» головки;
- если качество печати остается неудовлетворительным, повторяют предыдущую процедуру несколько раз, увеличивая каждый раз вдвое время воздействия жидкости на печатающую головку.

Операцию промывки печатающей головки можно упростить, если в запасе есть пустая емкость для чернил. Действуют так:

- иглой шприца протыкают ее верхнюю крышку и заправляют специальной промывочной жидкостью;
- промывают емкость для чернил, откачивают из нее промывочную жидкость и заливают восстанавливающую жидкость;
- устанавливают емкость для чернил в картридж, а его — в принтер и оставляют принтер в таком состоянии на несколько часов, периодически выполняя «цикл очистки»;
- заменяют емкость для чернил с восстанавливающей жидкостью на новую емкость (с чернилами) и вновь выполняют несколько «циклов очистки». При необходимости повторяют несколько раз процедуру промывки печатающей головки с последующим увеличением времени воздействия восстанавливающей жидкости;

- по окончании восстановления головки помещают емкость для чернил с восстанавливающей жидкостью в пластиковый пакет, предварительно закрыв все ее отверстия скотчем.

Есть еще один действенный способ восстановления печатающих головок в картриджах всех типов. Суть этого способа: в блюдце заливают небольшое количество горячей воды (чем выше температура воды, тем лучше), помещают в него печатающую головку соплами вниз и оставляют в таком положении на некоторое время (в большинстве случаев бывает достаточно 20–30 мин). Наибольшая эффективность достигается, если вода будет постоянно подогрета до температуры не менее 50°C.

#### **7.4. Основные варианты исполнения емкости для краски**

Для исключения неконтролируемого вытекания чернил через выходные сопла картриджа используются следующие приемы: 1) в картриджах фирм Lexmark, CANON, EPSON емкость для краски заполнена специальным пористым материалом наподобие поролона, которым краска и удерживается. В корпусе имеется вентиляционное отверстие, чтобы при расходе краски не создавалось разрежение, которое препятствовало бы выходу краски к печатной головке при ее работе; 2) в некоторых картриджах фирмы HewlettPackard краска удерживается за счет воздушного разрежения, величина которого сохраняется при помощи воздушных мешков и редукционного клапана на таком уровне, чтобы обеспечивать работу печатной головки и препятствовать при этом самопроизвольному вытеканию чернил.

#### **7.5. Порядок выполнения заправки картриджей**

Для заправки картриджей в общем случае необходимы следующие инструменты и материалы: дрель со сверлом диаметром 1–2 мм; шприцы с иглой; флаконы с чернилами нужного цвета, рекомендованными для заправки указанных типов картриджей; 3–4 салфетки; резиновая трубка; скотч или изолента; шило, отвертка, скальпель или нож.

Порядок выполнения операций.

1) Для того чтобы во время заправки не повредить печатающую головку картриджа, на нее устанавливают прокладку из салфетки и фиксируют ее скотчем.

2) Заправляют шприц нужным количеством чернил.

3) Если в картридже имеется заправочное отверстие, закрытое шариком, то шилом или отверткой проталкивают шарик внутрь, а в полученное отверстие вставляют иглу шприца. Если в корпусе картриджа есть вентиляционное отверстие, то его расширяют при помощи шила или дрели так, чтобы свободно проходила игла. Если отверстия нет, то его просверливают. Однако после заправки данное отверстие должно быть заклеено скотчем. В некоторых цветных картриджах заправочные или вентиляционные отверстия находятся под крышкой картриджа в соответствующих емкостях.

4) Легким нажатием на поршень шприца медленно инжектируют чернила внутрь картриджа до их появления в заправочном отверстии. В случае цветного картриджа повторяют заправку чернил для каждого отсека.

5) Снимают липкую ленту с выходных отверстий картриджа и устанавливают его вертикально на впитывающую салфетку выходным отверстием вниз, пока чернила не перестанут сочиться.

6) Устанавливают картридж в принтер и включают режим «цикл очистки» согласно инструкции по обслуживанию принтера. Повторяют «цикл очистки» несколько раз до получения приемлемого качества печати.

### **Вывод к главе 7**

*Рассматривается струйная печать и ее виды — непрерывная и импульсная. Уделено внимание струйным картриджам (СК) при их хранении, использовании и заправке.*

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Громько, И. Г. Технология допечатных и печатных процессов / И. Г. Громько, М. И. Кулак. – Минск: БГТУ, 2011. – 252 с.
2. Офицерова, Н. В. Технология полиграфического производства. Технология допечатных процессов / сост. Н. В. Офицерова. – М.: МИПК им. И. Федорова, 2006. – 216 с.
3. Барташевич, С. А. Оборудование для обработки текстовой и изобразительной информации: учебное пособие / С. А. Барташевич, И. И. Коллонтай. – М.: БГТУ, 2008. – 234 с.
4. Ефимов, М. В. Технические средства переработки текста и иллюстраций / М. В. Ефимов, С. К. Жебряков. – М.: Изд-во МГАП «Мир книги», 1994. – 529 с.
5. Жданович, В. М. Технические средства ЭВМ. Устройство ввода/вывода: справочное пособие / В. М. Жданович. – М.: Высшая школа, 1991. – 269 с.
6. Кузнецов, Ю. В. Технология обработки изобразительной информации / Ю. В. Кузнецов. – Спб.: Петербургский институт печати, 2002. – 312 с.
7. Самарин, Ю. Н. Допечатное оборудование / Ю. Н. Самарин. – М.: Изд-во МГУП «Мир книги», 2002. – 555 с.
8. Ванников, А. В. Основы цифровой печати: учебное пособие / А. В. Ванников, А. В. Чуркин. – М.: МГУП, 2005. – 448 с.
9. Гасов, В. А. Информационные технологии в издательском деле и полиграфии / В. А. Гасов, А. М. Цыганенко. – М.: Изд-во МГУП «Мир книги», 1999. – 528 с.
10. Фрейзер, Б. Реальный мир управления цветом, искусство допечатной подготовки / Б. Фрейзер, К. Мэрфи, Ф. Бантинг. – М.: И. Д. Вильямс, 2006. – 560 с.
11. Ефимов, М. В. Теоретические основы переработки информации в полиграфии / М. В. Ефимов. – М.: МГУП, 2001. – 340 с.
12. Чуркин, А. В. Ризография / А. В. Чуркин, А. Б. Шашлов, А. В. Стерликова. – М.: МГУП, 2002. – 140 с.

Учебное издание

**Сулим Павел Евгеньевич**

**ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ  
ТЕХНОЛОГИИ ДОПЕЧАТНЫХ  
И ПЕЧАТНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Тексты лекций

Редактор *Ю. Д. Нежикова*  
Компьютерная верстка *О. Ю. Шантарович*  
Корректор *Ю. Д. Нежикова*

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.